1968
Verlag Schnelle, Eberhard und Wolfgang Schnelle GmbH, Quickborn

Druck und Einband: Maurischat & Bevensee, Quickborn
Printed in Germany

GRUNDLAGENSTUDIEN AUS KYBERNETIK UND GEISTESWISSENSCHAFT

BAND 9 · HEFT 4 · DEZEMBER 1968 · KURZTITEL GrKG 9/4

INHALT

HELGE BLISCHKE WOLFGANG HILBIG RENATE RÜSSMANN	Die halbalgorithmische Formaldidaktik COGENDI	97
KLAUS WELTNER	Diagramm-Alzudi als Erweiterung des Anwendungsbereiches rechnererzeugter Lehrprogramme	111
ANGELIKA WAGNER	Empirische Untersuchung zum Gedächtnismodell der Informationspsychologie	114
HELMAR FRANK	Die Durchsetzung der Programmierten Instruktion als Problem der pädagogistischen Zukunftsforschung	125
HELMAR FRANK	Buchbesprechungen	136

VERLAG SCHNELLE QUICKBORN

Neuerdings vollzieht sich eine immer stärker werdende Annäherung zwischen Natur- und Geisteswissenschaft als Auswirkung methodologischer Bestrebungen, für die sich das Wort Kybernetik eingebürgert hat. Die Einführung statistischer und speziell informationstheoretischer Begriffe in die Ästhetik, die invariantentheoretische Behandlung des Gestaltbegriffs und die Tendenzen, zwischen der Informationsverarbeitung in Maschine und Nervensystem Isomorphismen nachzuweisen, sind nur drei Symptome dafür.
Die Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft sollen der raschen Publikation neuer Resultate dienen, welche diese Entwicklung zu fördern geeignet sind. Veröffentlicht werden vor allem grundlegende Ergebnisse, sowohl mathematischer, psychologischer, physiologischer und in Einzelfällen physikalischer als auch philosophischer und geisteswissenschaftlicher Art. Nur in Ausnahmefällen werden dagegen Beiträge über komplexere Fragen der Nachrichtentechnik, über Schaltungen von sehr spezieller Bedeutung, über Kunst und literaturgeschichtliche Probleme etc. angenommen. In geringer Zahl werden Buchbesprechungen veröffentlicht.

Erscheinungsweise: Viermal im Jahr mit je 32 bis 48 Seiten.
Beiheft: Im Jahr erscheint für Abonnenten ein Beiheft.
Preis: DM 4,80 je Heft und Beiheft.
Im Abonnement Zustellung und Jahreseinbanddeckel kostenlos. Bezug durch Buchhandel oder Verlag.
Manuskriptsendungen: an Schriftleitung gemäß unserer Richtlinien auf der dritten Umschlagseite.

Schriftleitung

Prof. Dr. Helmar Frank
Institut für Kybernetik
Berlin 46, Malteserstr. 74/100

Les sciences naturelles et les sciences humaines se rapprochent de plus en plus; ce rapprochement est une conséquence des tendances métodologiques appelées cybernetique. L'introduction en esthétique de termes statistiques et surtout de termes de la théorie de l'information, le fait de considérer mathématiquement la notion de Gestalt comme une invariante, et les tendances à chercher des isomorphismes entre la transformation de l'information par les machines et par le système nerveux sont seulement trois exemples du dit rapprochement.
Les «Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft» ont pour but de publier rapidement des résultats nouveaux capables de contribuer à ce dévéloppement. Surtout des résultats fondamentaux (soit de caractère mathématique, psychologique, physiologique et quelquefois physique — soit de caractère philosophique ou appartenant aux sciences humaines) sont publiés. Par contre des travaux concernant soit des questions assez complexes de la théorie de communication et télécommunication, soit des reseaux éléctriques ayant des buts trop spéciaux, soit des problèmes de l'histoire de l'art et de la litérature etc. ne sont acceptés qu'exceptionnellement aussi que les comptes rendus de nouveaux livres.

Il paraissent 4 numéros de 32 à 48 pages par an et un numéro spécial, pour les abonnés. Prix: DM 4.80 le numéro (et le numéro spezial) L'envoi et la couverture du tome complèt (à la fin de chaque année) est gratis pour les abonnés.
Les G KG sont vendus en librairie ou envoyés par les Editeurs Schnelle
Les manuscrits doivent être envoyés au rédacteur en chef. Quant à la forme voir les remarques à la page 3 de cette couverture.

Rédacteur en chef

Prof. Dr. Helmar Frank
Institut für Kybernetik
Berlin 46, Malteserstr. 74/100

Natural and cultural sciences are in train to come together closer and closer as a consequence of methodologica- tendencies called cybernetics. The introduction of terms of statistics and specially of information theory into the terminology of esthetics, the interpretation of 'Gestalten' as mathematical invariants, and the search for isomorphisms by comparing information handling in computers and the brain are only three symptoms of the process mentioned above.
The Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft would like to cultivate this tendencies by rapid publication of new results related to cybernetics, especially results of basic interest, no matter whether belonging to the field of mathematics, psychology, physiology and sometimes even of physics, or rather to the fields of philosophy and cultural sciences. But papers which concern complex technical problems of transmission and processing of information, or electrical networks with very limited purpose, or the history of art and literature, are accepted only exceptionally. There will also be few recensions of books.

G KG are published in 4 numbers each year, with 32–48 pages per number. A special number is edited each year for the subscribers.
Price: DM 4.80 per number (and spezical number) Mailing and cover of the volume (to be delivered together with the last number each year) is free for subscribers. The G KG may be received by booksellers or directly by the publisher.

Papers should be sent to the editors. For the form of manuscript see page 3 of this cover.

Editor

Prof. Dr. Helmar Frank
Institut für Kybernetik
Berlin 46, Malteserstr. 74/100

DIE HALBALGORITHMISCHE FORMALDIDAKTIK COGENDI

von Helge Blischke, Wolfgang Hilbig und Renate Rüßmann, Berlin

1. Allgemeines

COGENDI ist ein in der maschinenorientierten Programmiersprache PROSA 300 formuliertes Rechnerprogramm zur halbalgorithmischen Erstellung linearer und verzweigender Lehrprogramme.

Das Programm ist in der z. Z. vorliegenden Fassung verwendbar für Anlagen des Typs SIEMENS 303 unter Verwendung des Organisationsprogramms I - 3036 (entwickelt am Institut für Kybernetik aus dem 303-Standard-Organisationsprogramm) sofern ein externer Massenspeicher (Trommel, Platte, mindestens 512 K Bytes) zur Verfügung steht. Mit gewissen Änderungen sowohl am Programm als auch am Organisationsprogramm dieser Anlagen ist es auch auf den Maschinen SIEMENS 304, 305 und 3003 einsetzbar.

Der Programmumfang beträgt ca. 22000 Befehle. Die Laufzeit ist stark abhängig vom Umfang des angebotenen Textmaterials. Grob geschätzt ergeben sich für die einzelnen Programmteile auf der SIEMENS 303 folgende Laufzeiten:

Einlese- und Vorbereitungsteil	0. 75 - 1. 5 Stunden
Dualisierteil	1. 0 - 2. 5 Stunden
Lineartteil	ca. 1 Min. / Lehrschritt
Nichtlinearteil	ca. 2 - 3 Min. / Lehrschritt

Diese Zeiten verringern sich bei den Anlagen 304 und 305 auf etwa ein Fünfzehntel, bei der 3003 auf etwa ein Fünftel.

Das dem Programm zugrundeliegende, auf informationspsychologischen Ansätzen basierende und in der Sprache der Automatentheorie formulierte Adressatenmodell wird beschrieben von H. Frank (1966, S. 302). Dort wurde das im folgenden zu behandelnde Rechnerprogramm (die "Formaldidaktik") COGENDI noch unter dem Arbeitstitel "Bausteinmethode" aufgeführt. Eine spätere, inzwischen ebenfalls fallengelassene Bezeichnung war "PROPRO". -

Ausgangsmaterial für die Erstellung des Lehrprogramms (LP) sind drei Texte:

a) Basaltext
b) Lehrquanten (Q)
c) Verknüpfer (V)

Der Basaltext enthält den zu lehrenden Stoff in knapper, redundanzarmer Form. Die Lehrquanten stellen Aussagen zu dem im Basaltext formulierten Stoff dar. Sie können Erklärungen, Definitionen, Beispiele usw. sein. Die Verknüpfer leiten zum nächsten Lehrschritt über. In der Regel werden sie als Fragen oder Aufforderungen an den Adressaten formuliert. Zu jedem V sind maximal fünf Auswahlantworten zugelassen. Diesen entsprechen maximal fünf verschiedene Fortsetzungen des LPs im Anschluß an Verknüpfer, wenn ein verzweigendes LP gewünscht wurde. Das zu generierende Lehrprogramm besteht aus Lehrschritten, die selbst jeweils aus einem Lehrquant, einem Verknüpfer und gegebenenfalls einem Urteil zusammengesetzt sind.

Das Ziel des LPs wird durch Angabe von Sollwerten (p_{SOLL}) pro Basaltextsatz vorgegeben. Der Sollwert gibt die Wahrscheinlichkeit an, mit der der im betreffenden Basaltextsatz beschriebene Sachverhalt nach Durcharbeiten des Lehrprogramms dem Adressatenkollektiv bekannt sein soll. Entsprechend wird durch Vorgabe von Istwerten (p_{IST}) der Ausgangszustand des Adressatenkollektivs definiert.

Die Soll- und Istwerte bilden Parameter für das Adressatenmodell, das die Auswahl der Q und V steuert. In dieses Modell gehen darüber hinaus noch vier weitere Parameter ein:

TAUAK: "Trägheitskonstante" der informationellen Akkomodation, C_k: Apperzeptionsgeschwindigkeit, C_{vk}: Übergangsgeschwindigkeit vom vorbewußten Gedächtnis zum Kurzspeicher, K_{vk}: Kapazität des Kurzspeichers.

Durch Veränderung der Ist- bzw. Sollwerte und Variieren der altersabhängigen vier informationspsychologischen Parameter im Rahmen der empirisch ermittelten Grenzen läßt sich das zu erstellende Lehrprogramm optimal an ein vorgegebenes Adressatenkollektiv anpassen.

Die Leistung von COGENDI besteht im wesentlichen in der Festlegung einer im Hinblick auf das zugrundeliegende Adressatenmodell optimalen Aufeinanderfolge der Lehrquanten und in einer - soweit vom Rechner mit sinnvollem Aufwand möglichen - optimalen Zuordnung von Quant und Verknüpfer. Dies bedeutet u.a., daß die Reihenfolge, in der Lehrquanten und Verknüpfer in den Rechner eingelesen werden, beliebig ist.

Da die vorgegebenen Texte vom Rechner rein syntaktisch interpretiert werden, kann es vorteilhaft sein, die Struktur des entstehenden Lehrprogramms wenigstens "lokal" in gewissem Maße vorgeben zu können. Dies geschieht durch wahlweise Angabe von: Vorbereichen, Nachbereichen und Folgeanweisungen.

Vor- und Nachbereiche werden zu Verknüpfern definiert. Der Vorbereich eines Verknüpfers gibt an, mit welchen Quanten dieser Verknüpfer zu einem Lehrschritt zusammengesetzt werden darf, d.h. auf welche Quanten er folgen darf.
Zu jeder der maximal fünf Auswahlantworten zu einem Verknüpfer gibt der entsprechende Nachbereich an, welche Quanten im folgenden Lehrschritt auftreten dürfen. Folgeanweisungen ermöglichen die Festlegung, daß bestimmte Quanten erst dann im Lehrprogramm erscheinen dürfen, wenn bestimmte andere Quanten schon aufgetreten sind.

Die Ausgabe der Lehrprogramme kann den vorgesehenen Darbietungsmedien angepaßt werden.

Im folgenden werden Aufbau und Arbeitsweise des Programms beschrieben.

COGENDI umfaßt sechs Programmteile:

Teil 0 (Steuerteil)
Bedienung des Programms, Bereitstellung der übrigen Programmteile vom Externspeicher

Teil 1 (Vorbereitungsteil)
Einlesen und Aufbereiten der Texte
Teil 2 (Dualisierteil)
Umformen der Texte, Aufbau von Wortlisten
Teil 3 (Lineartteil)
Generieren des linearen Lehrprogramms
Teil 4 (Nichtlinearteil)
Erweitern des im Teil 3 erzeugten Lehrprogramms durch Verzweigung
Teil 5 (Ausgabeteil)
Ausgabe des Lehrprogramms

2. Steuerteil (Teil 0)

Aus Speicherplatzgründen wurde das Gesamtsystem segmentiert. Der Steuerteil lädt die einzelnen Segmente vom Extern- in den Arbeitsspeicher, koordiniert deren Ablauf und ermöglicht die leichte Bedienung des Systems durch den Operateur.

3. Vorbereitungsteil (Teil 1)

Der Vorbereitungsteil liest die Quelldaten von Lochstreifen ein:

(1) Basaltext: Der Basaltext stellt eine knappe, redundanzarme Zusammenfassung des Lehrstoffs dar, der zu einem Lehrprogramm verarbeitet werden soll. Er ist in der deutschen Umgangssprache zu formulieren. Die Satzstruktur des Basaltextes wird vom Lehrprogrammgenerator zur syntaktischen Charakterisierung der im Basaltext enthaltenen semantischen Information verwendet: die Kette der "nichttrivialen" (nicht in der Trivialwortliste, s. (4), enthaltenen) Wörter des einzelnen Basaltextsatzes stellt für COGENDI die syntaktische Charakterisierung eines zu lernenden Begriffes dar, der für den Menschen durch die semantische Struktur des Basaltextsatzes definiert wird.

Bei der Einführung neuer Begriffe (im oben beschriebenen Sinne) im Lehrprogramm geht COGENDI im wesentlichen in der Reihenfolge der Basaltextsätze vor, so daß eine semantisch sinnvolle Reihenfolge der Einführung neuer Begriffe im Lehrprogramm erreicht wird.

(2) Lehrquantentext: Der Lehrquantentext enthält zu jedem Begriff des Basaltextes nach (1) mindestens einen Sachverhalt, der dem Adressaten in dieser Form als erster Teil eines Lehrschrittes angeboten werden kann. Die Lehrquanten müssen voneinander unabhängig sein, d. h. dürfen nicht aufeinander Bezug nehmen und müssen, um sinnvoll verarbeitet werden zu können, wenigstens eines der nichttrivialen Wörter des zugehörigen Basaltextsatzes enthalten. In bezug auf die Redundanz der Lehrquanten bestehen keine prinzipiellen Einschränkungen. Die maximale Anzahl der Lehrquanten beträgt 125.

(3) Verknüpfertext: Der Verknüpfertext besteht aus Fragen zu den im Basaltext formulierten Sachverhalten, Überleitungen zwischen Lehrschritten oder

Aufforderungen an den Adressaten. Jeder Verknüpfer kann dem Adressaten mehrere (bis zu 5) alternative Reaktionsmöglichkeiten bieten, aufgrund deren Auswertung dem Adressaten ein Folgelehrschritt angeboten werden kann. Die Formulierung der Verknüpfer ist so zu wählen, daß eine merkliche Übereinstimmung (in der Zahl nichttrivialer Wörter) mit zugehörigen Lehrquanten erreicht wird, an der das Programm zu einem speziellen Lehrquant passende Verknüpfer auswählen kann.

(4) Trivialwortliste (T-Text): Der Trivialtext enthält eine Liste der ca. ersten 1200 häufigsten Wörter der deutschen Umgangssprache (nach Kaeding und Meier). Sie wird als Vergleichsliste zur Aussonderung der wesentlichen, nichttrivialen Wörter aus Basaltext, Quanten und Verknüpfern benötigt. In besonderen Fällen kann statt der Standard-Trivialwortliste auch eine individuelle Trivialwortliste angefertigt und benutzt werden. Für sie muß dann eine eigene Trivialinformationsliste erstellt werden.

(5) Trivialinformationsliste (I-Text): Sie enthält zu jedem Trivialwort des T-Textes die mit 10 multiplizierte, aus der relativen Häufigkeit des zugehörigen Wortes in der deutschen Umgangssprache ermittelte Information in Bit. Die Standard-Trivialwortliste und die Standard-Trivialinformationsliste gehören zum System und brauchen im Normalfall nicht eingegeben zu werden.

Die genannten Texte werden beim Einlesen in einer Weise normiert, die die spätere Verarbeitung erleichtert. So werden in den Texten 1 bis 3 alle Wörter auf den gleichen "Abstand" von drei Zeichen Zwischenraum (bzw. zwei Zeichen Zwischenraum und ein Satzzeichen) gebracht, was das Absuchen eines Textes auf ein bestimmtes Wort erleichtert. Für den Text 4 wird ein konstanter Wortabstand von 5 Zeichen Zwischenraum eingeführt; die Trivialinformationen aus dem Text 5 werden dann als Dualzahl in den Zeichen 2 bis 5 des Trivialwortabstandes untergebracht.
Um sicherzustellen, daß zu allen Sätzen des Basaltextes ein Lehrquant vorhanden ist, werden die Sätze des Basaltextes als zusätzliche Quanten (unter Beibehaltung ihrer Reihenfolge) unmittelbar vor dem letzten Lehrquant des Textes (2) abgesetzt. In der so normierten Form werden alle eingelesenen Texte (T- und I- Text zusammen) auf dem Trommelspeicher abgesetzt.

4. Dualisierteil (Teil 2)

Aus dem Basaltext werden alle nichttrivialen Wörter (unter Verwendung der Trivialwortliste) heraussortiert und in der Reihenfolge ihres erstmaligen Auftretens in eine Vergleichsliste, die NTB-Liste (Liste der nichttrivialen Basaltextwörter) übertragen. Parallel dazu wird eine weitere Liste aufgebaut: der initiale C-Speicher. Er enthält zu jedem NTB-Wort die Nummer des Basaltextsatzes, in dem es erstmals auftritt, die Wortlänge (Zeichenzahl einschließlich des begrenzenden Zwischenraums) sowie freien Platz zur Aufnahme von später (im Linearteil) zu berechnenden Informationswerten und Markierungen. Der initiale C-Speicher

dient später als kodierte Form der syntaktischen Charakterisierung der im Basaltext enthaltenen semantischen Strukturen und semantischen Information.

In einem dritten Schritt wird anschließend eine NT-Liste analog der NTB-Liste aufgebaut, die alle nichttrivialen Wörter der Quanten und Verknüpfer enthält, die nicht bereits in der NTB-Liste aufgeführt sind. Analog dem initialen C-Speicher wird ein initialer D-Speicher aufgebaut, der zu jedem NT-Wort seine Länge sowie freien Platz zur späteren Speicherung von Informationswerten enthält.

Parallel dazu werden die Quanten und Verknüpfer umcodiert. Da alle wesentlichen Wörter durch ihren Platz in der NTB- bzw. NT-Liste eindeutig bestimmt sind, kann man im folgenden auf die Bearbeitung alphanumerischer Zeichenfolgen verzichten, indem man die Texte in folgender Weise in Ketten dualer Zahlen verwandelt: für jedes Wort w eines Quants oder Verknüpfers wird eine Zahl n (w) nach der Vorschrift

$$n(w) = \begin{cases} a_{NTB}(w) + 1 & \text{falls w NTB-Wort} \\ a_{NT}(w) + 301 & \text{falls w NT-Wort} \end{cases}$$

ermittelt.

(a_{NTB}: relative Adresse in der NTB-Liste, a_{NT}: relative Adresse in der NT-Liste). Trivialwörter werden dabei übergangen, da später nur noch die Summe ihrer Information in einem Quant bzw. Verknüpfer von Bedeutung ist.

Zusätzlich werden für jedes der so entstehenden "dualen" Quanten bzw. Verknüpfer festgehalten: die Zahl der Wörter, die Zahl der Zeichen (Summe aller Wortlängen) und die Summe der Information aller Trivialwörter dieses Quants bzw. Verknüpfers.

Damit ist der Vorbereitungsteil beendet; alle entstehenden Daten werden auf Externspeicher abgesetzt.

5. Linearteil (Teil 3)

Der Linearteil kann in folgende Abschnitte zerlegt werden:

- A Einlesen und Verarbeiten der Parameter
- B Auswahl eines Lehrquants
- C Auswahl eines zum Lehrquant passenden Verknüpfers
- D Simulation der Adressaten (Neuberechnung der p_{IST}-Werte, Informationelle Akkomodation) Entscheidung: Wiederholen/Neueinführen von Begriffen.

Teil A Parametereingabe

Nach Abschluß des Texteinlese- und Aufbereitungsteils verlangt das Programm beim Eintritt in den eigentlichen, die Lehrschritte des Linearteils generierenden Abschnitt die Eingabe folgender Steuergrößen:

Thema, Datum, Vorbereiche, Nachbereiche, Folgeanweisungen, Istwerte, Sollwerte, Parameter.
Die Reihenfolge, in der die Eingabe erfolgt, ist beliebig. Alle Angaben sind notwendig. Das Fehlen einer solchen Angabe führt zu einer Fehlermeldung.

Bedeutung der Eingaben

Istwerte

Jedem Basaltext muß eine Vorkenntniszahl p_{IST} zugeordnet werden. ($0 < p_{IST} < 1$).

p_{IST} gibt die Wahrscheinlichkeiten an, mit der dem Adressaten der Sachverhalt dieses Basaltextsatzes vor Durcharbeiten des Lehrprogramms bekannt ist; d.h. welchem Prozentsatz der Adressaten bei einem Vortest diese Aussage nachprüfbar geläufig ist.
Die p_{IST}-Werte werden in der Reihenfolge der Eingabe den Basaltextsätzen zugeordnet.

Sollwerte

Sie definieren das Ziel des Lehrprogramms. Bezüglich Bedeutung und Eingabe gilt sinngemäß das Vorstehende.

Parameter

Das dem Rechnerprogramm zugrundeliegende Psychostrukturmodell erfordert die Angabe folgender Größen:

TAUAK	"Trägheitskonstante" der informationellen Akkomodation. Richtwert: 0,92, Eingabe (multipliziert mit 1000) : 920
C_k	Apperzeptionsgeschwindigkeit Richtwert 16 (bit/sec)
C_{vk}	Übergangsgeschwindigkeit vom vorbewußten Gedächtnis zum Kurzspeicher. Richtwert: 0,65 (bit/sec), Eingabe: (multipliziert mit 1000): 650
K_{vk}	Kapazität des Kurzgedächtnisses Richtwert: 1800 bit

Vorbereiche

Zu jedem Verknüpfer können als sogenannter Vorbereich die Nummern der Quanten angegeben werden, auf die dieser Verknüpfer im Lehrschritt folgen darf. Die Quantennummern können auch mit negativem Vorzeichen versehen sein. Die Angaben -n bedeutet dann: alle Quanten außer Quant n. Die Eingabe hat pro Verknüpfer die Form:

"Verknüpfernummer": n1, n2, n3, ... ;

Die Quantennummern n1, n2, ... müssen entweder alle positiv oder alle negativ

sein und - wie auch die Verknüpfernummern - in aufsteigender Reihenfolge geschrieben sein. Ist zu einem Verknüpfer kein Vorbereich angegeben, so wird die gesamte Quantenmenge (ohne erstes und letztes Quant) als Vorbereich betrachtet.

Soll zu keinem Verknüpfer der Vorbereich eingeschränkt werden, so hat die Vorbereichs-Eingabe die Form:

Vorbereiche : Frei;

N a c h b e r e i c h e

Zu jedem Verknüpfer sind maximal fünf Auswahlantworten oder Reaktionen und entsprechend maximal fünf verschiedene Fortsetzungen des Lehrprogramms vorgesehen. (Verzweigungen). Zu jedem dieser fünf möglichen Ausgänge aus dem Lehrschritt kann ein sogenannter Nachbereich definiert werden.
Der Nachbereich gibt an, welche Quanten bei der entsprechenden Antwort im nächsten Lehrschritt erscheinen dürfen. Für den linearen Durchlauf (kürzester Lehrweg) muß überdies die richtige Antwort als "Gradient" gekennzeichnet werden. Zu jedem Verknüpfer muß also wenigstens der Gradient G ($1 \leq G \leq 5$) angegeben werden. Sollen darüber hinaus noch die Nachbereiche eingeschränkt werden, so hat die Eingabe pro Verknüpfer die folgende Form:

$$G/n1,\ n2,\ \dots\ /n_i,\ n_j,\ \dots\ /n_k,\ n_l\ \dots\ /n_m,\ n_n,\ \dots/n_o, n_p, \dots\ /;$$

Die zwischen den Schrägstrichen stehenden Zahlen geben die bei dem entsprechenden Ausgang zulässigen Quanten an.

F o l g e a n w e i s u n g e n

Zu jedem Quant kann angegeben werden, ob es bestimmte andere Quanten zur Voraussetzung hat. Es ist also möglich anzugeben, daß Quant N nur erscheinen darf, wenn

Quant I oder Quant K oder ...

bzw.

Quant L und Quant M und ... schon dargeboten worden sind.

Die Eingabe hat die Form

"Quantennummer": n_1, n_2, n_3 ...; bei Verknüpfung mit "oder"
bzw. "Quantennummer": $n_1+n_2+n_3+\dots$; bei Verknüpfung mit "und"

Soll keine Folgeanweisung zu irgendeinem Quant gegeben werden, so hat die Eingabe die Form:

Folgeanweisung: Frei;

Thema und Datum

Diese Angaben haben nur für das Protokoll Bedeutung. Thema und Datum sollten nicht länger als 12 Zeichen sein.

Sind diese vorstehend beschriebenen Parametereingaben formal fehlerfrei, so erfolgt nach Einlesen in den Rechner die Ausgabe eines kurzen Programmprotokolls über den Hauptblattschreiber der Anlage.

Die weiteren Programmteile (B, C, D) werden solange zyklisch durchlaufen, bis alle nichttrivialen Basaltextwörter eingeführt sind und ihr p_{IST}-Wert mindestens so groß wie der p_{SOLL}-Wert ist.

Teil B Auswahl eines Quants

Bei der Auswahl eines Quants wird die Menge der verfügbaren Quanten nach folgenden Gesichtspunkten schrittweise eingeschränkt:

a) welche Quanten sind gemäß Nachbereich des vorangegangenen Verknüpfers zulässig?
b) welche von diesen sind unter Berücksichtigung der Folgeanweisungen noch zulässig?
c) welche von den verbleibenden Quanten enthalten (gemäß der Abfolge im Basaltext) die nächsten N noch nicht eingeführten Basaltextwörter;
$(N > 1)$?
Hier ist erkennbar, daß sich COGENDI bei der Reihenfolge der Einführung neuer Begriffe an deren Abfolge im Basaltext orientiert. Damit spiegelt das Lehrprogramm in gewissen Grenzen die semantische Struktur des Basaltextes wider.
d) welche von diesen enthalten möglichst wenige zusätzliche noch nicht eingeführte Wörter?
e) welches von den verbleibenden Quanten hat einen optimalen Informationsfluß (d. h. für welches Quant liegt die Information pro Zeichen möglichst nahe bei 1 bit.)?

In der Wiederholungsphase (s. Teil D) lautet c)
c)´ welche von den verbleibenden Quanten enthalten das zu wiederholende Wort?

Teil C Auswahl eines Verknüpfers

Das Prinzip der Auswahl eines zum Lehrquant passenden Verknüpfers läßt sich durch folgende Abfragen verdeutlichen:

a) welche Verknüpfer enthalten das vorangegangene Quant im Vorbereich?
b) welche von diesen Verknüpfern haben mit dem Quant möglichst viele nichttriviale Wörter gemeinsam?
c) welche von den verbleibenden Verknüpfern enthalten keine neuen, also noch nicht eingeführte nichttriviale Basaltextwörter?

d) welche von den verbleibenden Verknüpfern sind mit dem vorangegangenen Quant noch nicht gemeinsam in einem Lehrschritt aufgetreten?

Stehen auf dieser Stufe der Entscheidungen noch mehrere Verknüpfer zur Verfügung, so erfolgt die endgültige Auswahl per Zufall.

Sind auf diese Weise Quant und Verknüpfer des nächsten Lehrschritts ermittelt, so erfolgt die Ausgabe einer sogenannten Lehrschrittform:

Beispiel:

LS. NR. 7 (Q 12, V 28 / 2)

Lehrschritt-Nr. Quant Verknüpfer Gradient

Teil D

Es werden zunächst berechnet

(1) $$i_{ges} = \left(\sum_{NT \in y} i_{NT} + \sum_{T \in y} i_T \right) \cdot 0,75$$

die Gesamtinformation des Lehrschritts y, die sich zusammensetzt aus der Summe der (durch informationelle Akkomodation veränderlichen) Information i_{NT} der nichttrivialen Wörter aus y und der Summe der Trivialwortinformationen i_T.

(2) $$Z = \frac{i_{ges}}{C_k}$$

die zeitliche Lehrschrittlänge.

(3) $$M = \sum_{NT \in y} \frac{1}{i_{ges}} \left(i_{NT} \cdot 0,75 \right)^2$$

der Erwartungswert der pro ausgewähltem Zeichen weitergegebenen Information.

(4) $$N = \left[\frac{C_{vk} \cdot Z}{M} \right]$$

die Zahl der während der Darbietung von y ausgewählten Zeichen.

Es erfolgt die Neuberechnung der p_{IST}-Werte aller im Lehrschritt aufgetretenen nichttrivialen Basaltextwörter. Dazu wird für jedes solche Wort die Auffälligkeit

(5) $$a = \frac{i_{NT} \cdot 0,75}{i_{ges}}$$

bestimmt und der neue p_{IST}-Wert berechnet nach:

(6) $$p_{IST} = p_{IST} \cdot e^{-\frac{c_{vk}}{K_{vk}} z} \cdot (1 - a)^N + 1 - (1 - a)^N$$

Es schließt sich an die Neuberechnung der subjektiven Wahrscheinlichkeit p_w für alle nichttrivialen Wörter aus Basaltext, Quanten und Verknüpfer (Informationelle Akkomodation).

Es gilt

(7) $$p_w = \text{TAUAK} \cdot (p_w - \frac{n_w}{|y|}) + \frac{n_w}{|y|}$$

wobei $|y|$ die Länge des Lehrschritts in Zeichen, n_w die Häufigkeit des Wortes w im Lehrschritt, TAUAK die "Trägheitskonstante" der informationellen Akkomodation bezeichnet.

Die Entscheidung Wiederholen/Neueinführen von Begriffen wird durch die Bedingung

(8) $$p_{IST} < \sqrt[E]{\frac{H}{H_{MAX}}} \cdot p_{SOLL}$$

geliefert.

Dabei ist H_{MAX} die Gesamtzahl der nichttrivialen Basaltextwörter, H die Zahl der davon im Lehrprogramm bereits angebotenen Wörter und E ($1 \leqq E < 4$) ein wählbarer Exponent, der die Steilheit des Begriffsfortschritts steuert.

Wird Bedingung (8) von bereits angebotenen NTB-Wörtern erfüllt, so wird das Wort mit maximalen

$$\sqrt[E]{\frac{H}{H_{MAX}}} - \frac{p_{IST}}{p_{SOLL}}$$

wiederholt.

Andernfalls wird im nächsten Lehrschritt ein neuer Begriff eingeführt.

Der Linearteil endet, wenn kein NTB-Wort mehr existiert, das Bedingung (8) erfüllt und $H = H_{MAX}$ ist.

6. Nichtlinearteil (Teil 4)

Der Nichtlinearteil gliedert sich in folgende Abschnitte:

A Übernahme der Parameter und Dateien aus dem Linearteil

B Auswahl eines Lehrquants

C Abfrage auf Rücksprungmöglichkeiten in den Linearteil oder in Verzweigungen

D Auswahl eines zum Lehrquant passenden Verknüpfers

Bezeichnungen:

Λ : Gerade bearbeitete Lehrschrittform (LSFO)

Ω_0 : LSFO des Linearteils

Ω_1	: LSFO der 1. Verzweigung
Ω_2	: LSFO der 2. Verzweigung
Ω_3	: LSFO der 3. Verzweigung
ZWA0	: Verzweigungsanfang Ω_1^1 von Ω_0 ausgehend
ZWA1	: Verzweigungsanfang Ω_2^1 von Ω_1 ausgehend
ZWE0	: Verzweigungsende Ω_1^i für eine Kette $\{\Omega_1^i\}$ von Ω_0 ausgehend ($i = 1,2,3,4$)
ZWE1	: Verzweigungsende Ω_2^j für eine Kette $\{\Omega_2^j\}$ von Ω_1 ausgehend ($j=1,2$)
D_0	: Durchschnitt des Linearteils, d. h. Anzahl der LSFO im Linearteil
D_1	: D_0 + (Anzahl der LSFO in der 1. Verzweigung)
D_2	: D_1 + (Anzahl der LSFO in der 2. Verzweigung)

A Parameterübernahme

Der Nichtlinearteil stellt ein in sich abgeschlossenes Programm dar, welches aber nur im Anschluß an den Linearteil sinnvoll ablaufen kann. Das Programm baut auf Informationen auf, die im Linearteil anfallen, insbesondere auf Zustände der Speicher, die sich beim Generieren der Lehrschritte im Linearteil ergeben.

Neu erstellt werden Merkspeicher für die Anfangs- und Endzustände der Verzweigungsketten $\{\Omega_1^i\}$ und $\{\Omega_2^j\}$, die von Ω_0 bzw. Ω_1 ausgehen.

Danach müssen über ein Eingabegerät Angaben über die Anzahl n der erlaubten Rücksprunglehrschritte im Linearteil gemacht und Anweisung zum unbedingten Vorwärts- bzw. Rücksprung gegeben werden.

B Auswahl eines Lehrquants

Im Durchführungsteil erfolgt zunächst die Abfrage, ob die maximal 5 möglichen Ausgänge der Lehrschrittform (LSFO) Λ schon besetzt sind. Die Bearbeitung erfolgt in der Reihenfolge

1. $\Lambda \in \{\Omega_0^k\} \qquad 1 \leq k \leq D_0$
2. $\Lambda \in \{\Omega_1^l\} \qquad D_0+1 \leq l \leq D_1$
3. $\Lambda \in \{\Omega_2^m\} \qquad D_1+1 \leq m \leq D_2$

Hat die obige Abfrage ein negatives Ergebnis, so führt der nächste Schritt zur Auswahl eines Lehrquants unter folgenden Gesichtspunkten:

1) welche Quanten sind gemäß des Nachbereichs des vorangegangenen Verknüpfers zulässig,
2) welche von diesen Quanten sind unter Berücksichtigung der Folgeanweisungen noch zulässig,
3) von diesen zulässigen Quanten wird der Wortfortschritt festgestellt durch Absuchen der Basaltextworte im C-Speicher auf Markierung, (die Worte sind dann markiert, wenn sie in früheren Lehrschritten schon aufgetreten sind),
4) von diesen werden die Quanten mit geringstem Wortfortschritt i ($i = 0, 1, \ldots$) ausgesondert,

5) Bei i = 0 werden dann nur die Quanten berücksichtigt, die mit dem vorangegangenen Verknüpfer maximalen NT-Wert-Durchschnitt aufweisen.
6. a) Im Falle i = 0 wird zunächst die Information der einzelnen Quanten berechnet und daraufhin werden die Quanten mit steigender Information abgespeichert.
6. b) Im Falle i ≠ 0 wird das Quant optimaler Information ermittelt.

C Abfrage auf Rücksprungmöglichkeiten

Mit dem unter B ermittelten Quant optimaler Information wird in vorangegangenen Lehrschritten geprüft, ob es dort schon einmal aufgetreten ist. Dabei geht das Programm nach folgendem Schema vor:

A) Kommt das Quant in einem Lehrschritt der Nummer L vor mit

1. $\Omega_o - n \leq L < \Omega_o$ ($n \leq D_0$ frei wählbar, siehe Abschnitt A)
wenn JA, erfolgt Rücksprung nach dem maximalen Lehrschritt L in den linearen Teil, sonst
2. Abfrage: kommt das Quant in einem Lehrschritt der Nummer L vor mit

$$\Omega_1 = ZWA0 \leq L \leq ZWE0$$

wenn JA, erfolgt Rücksprung in die erste Verzweigung, die von Ω_o^k ausgeht, sonst
3. Abfrage: kommt das Quant in einem Lehrschritt der Nummer L vor mit

$$\Omega_2 = ZWA1 \leq L \leq ZWE1$$

wenn JA, dann wird in die zweite Verzweigung zurückgesprungen, sonst muß

B) im Falle von i = 0 das Quant nächst höhere Information gewählt und A) wieholt werden.

Ist mit allen Quanten des Wortfortschritts i = 0 kein Rücksprung möglich, so wird von ihnen das Quant minimaler Information zur Weiterbearbeitung ausgewählt und wie im Falle i ≠ 0, wenn kein Rücksprung war, weiterverfahren.

D Auswahl eines zum Lehrquant passenden Verknüpfers

Durch entsprechende Abfragen, wie sie im Linearteil unter C) beschrieben sind, wird ein zum Lehrquant passender Verknüpfer gesucht. Der sich ergebende neue Lehrschritt der Verzweigungen wird in die Reihe der schon vorhandenen LSFO eingeordnet, um später auf die gleiche Weise wie die Lehrschritte des Linearteils bearbeitet werden zu können.

Von dem Grad der Verzweigung und der Anzahl der innerhalb dieser Verzweigung generierten Lehrschritte hängt es nun ab, ob der Zyklus B) fortgeführt wird, um aus dem Nachbereich des Gradienten ein geeignetes Quant zur Weiterverarbeitung auszusuchen.

Die Anzahl der Lehrschritte ist in den Verzweigungen beschränkt in folgender Weise:

1. Verzweigung : 4 neue Lehrschritte von Ω_o^k ausgehend

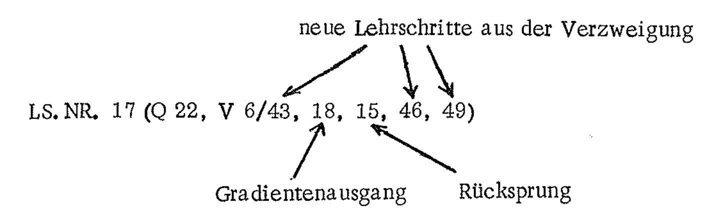
2. Verzweigung : 2 neue Lehrsbhritte von Ω_1^L ausgehend
3. Verzweigung : 1 neuer Lehrschritt von Ω_2^m ausgehend

mit $2 \leq k \leq D_0$
$D_0 + 1 \leq L \leq D_1$
$D_1 + 1 \leq m \leq D_2$

Ist die jeweilige Anzahl erreicht, so wird ein Vorwärtssprung oder Rücksprung je nach Anweisung zu Beginn des Programmablaufs, auf eine Verzweigung nächst niedriger Ordnung erzwungen, indem alle Ausgänge mit einem Lehrschritt besetzt werden, der bei richtiger Beantwortung des letzten Lehrschritts aus der Verzweigung (n - 1) ter Ordnung (n = 1,2,3) durch den Gradientenausgang hervorging.

Daran anschließend erfolgt ein Rücksprung nach A). Sind alle Ausgänge des bearbeiteten Lehrschritts besetzt worden, so erfolgt der Ausdruck des Lehrschritts in der LEHRSCHRITTFORM:

Beispiel:



Im Anschluß wird Teil A) mit dem nächsten Lehrschritt aus der Menge Ω_0 bzw. Ω_1 bzw. Ω_2 durchgeführt.

7. Ausgabe des Lehrprogramms (Teil 5)

Für die Ausgabe des Lehrprogrammtextes stehen zur Zeit zwei Programme zur Verfügung. Das erste gibt die Lehrschritte des Linearteils mit Urteilen fortlaufend numeriert bei wählbarer Breite im Blocksatz aus.

Das zweite Programm erlaubt, den Linearteil und Nichtlinearteil des Lehrprogramms in Buchform auszugeben:

1. Halbseite Quant, Verknüpfer
2. Halbseite Urteil und Verweise auf die Folgelehrschritte

Ausgabeformat: linkszentrierter Flattersatz.

8. Ausblick

Entwurf und Entwicklung der formalen Didaktik COGENDI wurde seit 1965 von der Stiftung Volkswagenwerk gefördert. 1967 wurde die praxisorientierte Weiterentwicklung dieser Formaldidaktik (zusammen mit der vollalgorithmischen Formaldidaktik ALZUDI in das Förderungsprogramm "Datenverarbeitung" des Bundesministeriums für wissenschaftliche Forschung aufgenommen. Dabei wird

insbesondere die Wirksamkeit cogendigenerierter Lehrprogramme empirisch geprüft. Über die Ergebnisse wird zu einem späteren Zeitpunkt berichtet werden.

Schrifttumsverzeichnis

Frank, Helmar — Ansätze zum algorithmischen Lehralgorithmieren. In: H. Frank (Hsg.): Lehrmaschinen in kybernetischer und pädagogischer Sicht 4, Klett, Stuttgart, und Oldenbourg, München, 1966

Eingegangen am 12.10. 1968

Anschrift der Verfasser:
1 Berlin 46, Malteserstr. 74-100, Institut für Kybernetik

DIAGRAMM-ALZUDI ALS ERWEITERUNG DES ANWENDUNGSBEREICHES RECHNERERZEUGTER LEHRPROGRAMME

von Klaus Weltner, Osnabrück

Frank hat 1966 den Entwurf einer formalen Didaktik vorgelegt. Er gab ein formales System an, einen Lehralgorithmus L als Funktion der fünf Variablen
Lehrziel
Lehrstoff
Medium
Psychostruktur
Soziostruktur
darzustellen. Als Beispiel einer formalen Didaktik entwickelte Frank 1967 ALZUDI (Algorithmisierte Zuordnungsdidaktik) (Frank, 1967).

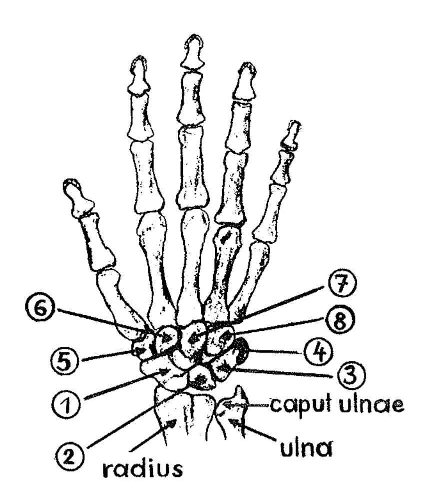
Frank und Graf erstellten für diese Didaktik ein Rechnerprogramm für den Prozeßrechner Siemens 303 P, das es gestattet, Lehrprogramme voll-algorithmisch erzeugen zu lassen (Frank, Graf 1967).

In diesem Fall ist das Lehrziel wie folgt definiert:
Den Elementen einer Menge $\mathfrak{A}$ sind die Elemente einer Menge $\mathfrak{B}$ eindeutig zugeordnet. Dem Lernsystem seien die Elemente der Menge $\mathfrak{A}$ bekannt. Unbekannt und einzulernen seien die Elemente der Menge $\mathfrak{B}$ und die Zuordnung der Elemente.
Einfachste Beispiele:
Deutsche Begriffe und ihre englischen Übersetzungen, Fachausdrücke und die dazugehörigen Begriffsdefinitionen, Länder und die dazugehörigen Hauptstädte usw.

In jedem Fall muß eine Zusammenfassung des Lehrstoffes in Form eines Basaltextes sowie die sprachlichen Grundformen für die Lehrquanten und Fragen vorgegeben werden.

Der auf den ersten Blick sehr begrenzte Anwendungsbereich dieser formalen Didaktik ALZUDI läßt sich nun erheblich erweitern, wenn man dazu übergeht, die einzulernenden Elemente nicht nur sprachlich vorzugeben, sondern auch durch Diagramme oder Zeichnungen zu definieren und zu bestimmen. In diesem erweiterten Fall wird ein einzulernendes Element in der Zeichnung durch seine Form oder Gestalt bestimmt. Über das Lehrprogramm wird dann neben dem Namen des Elementes auch seine Gestalt eingelernt.

Beispiel: Es seien die Namen sowie die Lage und die Form der Knochen des menschlichen Skeletts einzulernen. Dies ist eine für den Medizinstudenten sehr



umfangreiche Aufgabe. Sie kann in Teilziele aufgelöst werden. Ein solches Teilziel sei, die Lage und die Form der Handwurzelknochen sowie deren lateinische Namen zu lernen.

Anhand einer Zeichnung der Handwurzelknochen werden die einzelnen Knochen durch Zahlen codiert und durch eine Zwischenzuordnung der lateinischen Namen zu den Zahlen einerseits und den durch die Zeichnung definierten Knochen andererseits sowohl die Namen wie die Lage der einzelnen Handwurzelknochen einander zugeordnet. Auch ein derartig erweitertes Lehrprogramm läßt sich vollalgorithmisch herstellen. Damit lassen sich durch Kombination mit Diagrammen und Zeichnungen weite Bereiche topographischen Lernens im Bereich der Medizin, der Biologie und der Technik erschließen.

Für die Erstellung des Programms benötigt man im Basaltext zusätzlich die Verknüpfungen zwischen den einzelnen Elementen und die Zwischencodierung. Dieses Material wird vom Rechner verarbeitet. Das Diagramm muß außerdem vorliegen und geht bei dieser Form nicht in den Prozeß der Erzeugung des Lehrprogramms ein. Für diese erweiterte Fassung der formalen Didaktik ALZUDI schlagen wir den Namen "DIAGRAMM-ALZUDI" vor. Als Beispiel möge eine Sequenz aus dem Programm Handwurzelknochen angeführt werden.

Nr. 10
Zur ossa carpi proximalia gehört auch das dreieckige Bein.
´Das dreieckige Bein´ hat den Namen ´os triquetrum´.
Welchen lateinischen Namen hat ´das dreieckige Bein´?
Antwort: ________________ (os triquetrum)

Nr. 11
Die Lage des ´os lunatum´ gibt die Zahl ´2´ an.
Welchen lateinischen Namen hat die Handwurzel?
Antwort: ________________ (carpus)

Nr. 12
Das dreieckige Bein finden Sie an der Stelle ´3´.
Das dreieckige Bein steht nicht in gelenkiger Verbindung mit der ulna, sondern mit einer Bandscheibe (hier nicht gezeichnet), die es vom caput ulnae trennt.
An welcher Stelle liegt ´das dreieckige Bein´?
Antwort: ________________ (´3´)

Nr. 13
´os triquetrum´ heißt im deutschen ´das dreieckige Bein´.
Wie lautet die deutsche Bezeichnung von ´os triquetrum´?
Antwort: ________________ (das dreieckige Bein)

Nr. 14
´carpus´ heißt im deutschen ´die Handwurzel´.
Welcher Knochen (deutsche Bezeichnung) liegt an der Stelle ´3´?
Antwort: ________________ (das dreieckige Bein)

(Diese Arbeit konnte im Rahmen des Projekts Telealzudi durchgeführt werden, das vom Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung im Förderungsprogramm für die Datenverarbeitung unterstützt wird.)

Schrifttumsverzeichnis

Frank, H. — Ansätze zum algorithmischen Lehralgorithmieren In: Frank (Hsg.) Lehrmaschinen in kybernetischer und pädagogischer Sicht IV, 1966, Klett-Oldenbourg, Stuttgart - München

Frank, H., Graf, K.-D. — ALZUDI - Beispiel einer formalen Didaktik Zeitschrift für Erziehungswissenschaftliche Forschung, 1. Jahrg., 1967, Heft 1, S. 27-34

Eingegangen am 25. Juli 1968

Anschrift des Verfassers:
Prof. Dr. Klaus Weltner, 45 Osnabrück, Delmenhorster Weg 2

EMPIRISCHE UNTERSUCHUNG ZUM GEDÄCHTNISMODELL DER INFORMATIONSPSYCHOLOGIE

von Angelika W a g n e r , Bonn (bzw. Ann Arbor)

Im Rahmen der Informationspsychologie hat H. Frank (1960, 1961, 1962, 1964) ein Gedächtnismodell entwickelt. Frank geht davon aus, daß der menschliche Organismus aufgenommene Reize binär codiere (1962) und legt deshalb das Shannon-Wienersche Informationsmaß als für Lernprozesse relevante Maßeinheit zugrunde. Gedächtnis faßt Frank als Speicher mit konstanter Zuflußkapazität und begrenzter Speicherkapazität auf. Durch das Einströmen neuer Informationen werden ältere Gedächtnisinhalte "verdrängt", d.h. vergessen (Frank, 1964).

Dem Bewußtsein entspricht ein Kurzspeicher mit einer Zuflußkapazität von 16 bit/sec, der Informationen maximal 10 Sekunden festhält.

Das vorbewußte Gedächtnis besteht nach Franks Modell (1964) aus zwei hintereinander geschalteten Speichern, dem Kurzgedächtnis mit einer Kapazität von 1000 - 2000 bit und dem Langgedächtnis, das etwa 10^5 bis 10^8 bit faßt. Ein Teil der zunächst im Kurzspeicher festgehaltenen Informationen fließt ins Kurzgedächtnis, wovon wiederum ein Teil später ins Langgedächtnis aufgenommen wird. Die Zuflußkapazität des Kurzgedächtnisses und damit des vorbewußten Gedächtnisses beträgt nach Frank etwa das Zehnfache von der des Langgedächtnisses. Die von Frank (1959, 1962, 1964) zitierten Experimente lassen schließen, daß sie zwischen 0,1 und 0,7 bit/sec variiert. (Aborn und Rubinstein (1952) randen, daß in drei Minuten 29 bit oder durchschnittlich 0,16 bit/sec gelernt werden. Die Untersuchung von Miller (1958), die v. Cube (1965 a) anführt, ergibt eine Zuflußgeschwindigkeit von 0,09 bit/sec - in einer Gesamtlernzeit von 450 sec wurden 41 bit gelernt - . Aus Millers und Selfridges Artikel lassen sich keine Schlüsse ziehen, da in diesem Artikel keine genaue Angabe über die Länge der Darbietungszeit und damit der Lernzeit gemacht werden (1)). Die vorliegende Untersuchung wird eine mögliche Ursache für diese Differenz zwischen Zuflußgeschwindigkeiten aufweisen.

---

(1) Wie Prof. Miller mitteilt, ist es nicht mehr möglich, die genaue Darbietungszeit zu ermitteln.

Bisher vorliegende Untersuchung

Die meines Wissens bisher einzige experimentelle Untersuchung zum Problem der Zuflußgeschwindigkeit des vorbewußten Gedächtnisses wurde von F. v. Cube und R. Gunzenhäuser (1961) durchgeführt. V. Cube und Gunzenhäuser ließen Gymnasialschüler Zufallsziffernfolgen auswendiglernen und fanden bei Lernzeiten bis zu 40 Sekunden eine Zuflußgeschwindigkeit von 0,7 bit/sec für das vorbewußte Gedächtnis bestätigt; lediglich in den ersten zehn Sekunden verlaufe die Speicherung nicht linear.

Die grundsätzliche Schwierigkeit bei der Bestimmung der Zuflußkapazität des vorbewußten Gedächtnisses liegt darin, zwischen im Kurzspeicher festgehaltener und im vorbewußten Gedächtnis gespeicherter Information zu unterscheiden. V. Cube ging davon aus, daß der Kurzspeicher Information - ohne erneute Darbietung - nicht länger als zehn Sekunden festhalten kann und ließ deshalb die Versuchspersonen nach Ende der Darbietung 15 Sekunden warten, bevor sie die behaltenen Ziffern niederschrieben. Daß alle nach dieser "Wartezeit" reproduzierten Ziffern im vorbewußten Gedächtnis gespeichert worden seien, sieht v. Cube dadurch bestätigt, daß die Versuchspersonen nach weiteren 25 Sekunden ohne erneute Darbietung nur geringfügig weniger Ziffern reproduzierten als beim ersten Niederschreiben (1961).

Allerdings läßt diese Versuchsanordnung keine eindeutige Entscheidung zu. Falls ein Teil der beim ersten Mal niedergeschriebenen Ziffern nur im Kurzspeicher gespeichert worden war, so bot die Reproduktionszeit Gelegenheit, auch diese Ziffern in das vorbewußte Gedächtnis aufzunehmen oder erneut in den Kurzspeicher einfließen zu lassen. Diese Vermutung wird dadurch unterstützt, daß in 40 Sekunden nur 8,8, in viermal 10 Sekunden jedoch 14,1 Ziffern (v. Cube, Gunzenhäuser 1961) gelernt wurden. Wenn sie richtig ist, so ergibt sich aus dem Anstieg der v. Cube aufgewiesenen Lernkurve eine Zuflußgeschwindigkeit von nur 0,24 bit/sec.

Fragestellung und Hypothesen

In der vorliegenden Untersuchung sollte zunächst die Frage geklärt werden, ob die Dauer des Kurzspeichers auf 10 Sekunden begrenzt ist. In diesem Fall müßten beim unmittelbar anschließenden Niederschreiben signifikant mehr Ziffern reproduziert werden als nach 15 Sekunden "Wartezeit".

Außerdem benutzte v. Cube nur Lernzeiten bis maximal 40 Sekunden; deshalb sollte geprüft werden, ob der Betrag der gespeicherten Information auch bei

längeren Lernzeiten linear ansteigt, wie es Frank annimmt. Aus der Hypothese einer konstanten Zuflußkapazität folgt weiter, daß die Speicherungsgeschwindigkeit auch durch Übung nicht zu vergrößern ist. Außerdem nimmt Frank (1962, S. 110) an, daß sie nicht von der Intelligenz der Versuchspersonen abhänge.

Insgesamt ergeben sich aus dem Gedächtnismodell von H. Frank folgende Hypothesen, die im vorliegenden Versuch empirisch untersucht werden sollten:

1. Nach 10 Sekunden Lernzeit werden beim unmittelbar anschließenden Niederschreiben der behaltenen Ziffern mehr als 6,6 Ziffern (v. Cubes Ergebnis) wiedergegeben.
2. Der Betrag der im vorbewußten Gedächtnis gespeicherten Information nimmt mit wachsender Lernzeit linear zu.
3. Es besteht kein Zusammenhang zwischen der Intelligenz der Versuchspersonen und dem Betrag der gespeicherten Information.
4. Die Zuflußgeschwindigkeit des vorbewußten Gedächtnisses ist unabhängig von der Anzahl vorhergehender ähnlicher Versuche, d.h. sie läßt sich durch Übung nicht vergrößern.
5. Es besteht kein Zusammenhang zwischen dem Geschlecht der Versuchspersonen und dem Betrag der gespeicherten Information.

Vorgehen

Die Untersuchung bestand aus einer Folge von Lernversuchen mit 10, 30, 60, 180 und 300 Sekunden Lernzeit, die unmittelbar nacheinander als Gruppenversuch durchgeführt wurden. (In Vorversuchen hatte sich gezeigt, daß dies ohne zu große Ermüdung der Versuchspersonen möglich ist.)

Als Lernmaterial wurden Zufallsziffernfolgen gewählt, die nach Tabellen von Geigy (1960) derart zusammengestellt wurden, daß jede Ziffer von 0 bis 9 gleich häufig auftrat und dieselbe Ziffer nicht mehr als zweimal unmittelbar nacheinander erschien. Die Folgen für die kürzeren Lernzeiten bis 60 Sekunden einschließlich bestanden aus 20, die übrigen aus 40 Ziffern. Die Ziffernfolgen wurden jeweils mit Hilfe eines Episkops optisch in ein oder zwei Reihen zu 20 Ziffern ohne jede weitere Gliederung eine bestimmte Zeitlang dargeboten. Anschließend schrieben die Versuchspersonen die behaltenen Ziffern auf.

In der Versuchsanweisung wies der Versuchsleiter darauf hin, daß die Ziffern "wie Telefonnummern" in der richtigen Reihenfolge wiederzugeben seien.

An einen Vorversuch mit 10 Sekunden Lernzeit schlossen sich fünf solche Ver-

suche mit unterschiedlicher Lernzeit an, wobei die Versuchspersonen jedesmal über die ihnen zur Verfügung stehende Zeit informiert wurden. Um einen möglichen Übungseffekt zu erfassen, wurden zwei Versuchsformen mit unterschiedlicher Reihenfolge der Einzelversuche benutzt:

Versuchsform "A": 10 - 30 - 60 - 180 - 300 Sekunden
Versuchsform "B": 300 - 180 - 60 - 30 - 10 Sekunden

Jeder Lernzeit wurde ein bestimmtes Lernmaterial zugeordnet um zu verhindern, daß mögliche Unterschiede zwischen den Versuchsformen und Versuchsgruppen auf Unterschiede zwischen verschiedenen Ziffernfolgen zurückzuführen sind.

An der vorliegenden Untersuchung nahmen 211 Schüler des achten Schuljahres aus verschiedenen Hamburger Schulen teil. Um den Faktor der Intelligenz annähernd zu erfassen, wurden für diese Untersuchung jeweils zwei Klassen der Hilfsschule (36 Vpn), Volksschule (70 Vpn), Mittelschule (60 Vpn) und des Gymnasiums (45 Vpn) ausgewählt, so daß an jeder Versuchsform vier Gruppen mit insgesamt 97 bzw. 114 Vpn teilnahmen. Zu jeder Klasse gehörten sowohl männliche als auch weibliche (insgesamt 107 bzw. 104)Vpn. Das Durchschnittsalter betrug 14 Jahre.

Am Ende des Versuchs wurden die Versuchspersonen gebeten, sich schriftlich dazu zu äußern, "wie ihr die Zahlen gelernt habt".

Ergebnisse

Bei der Auswertung wurden die schriftlich reproduzierten Ziffern als richtig gewertet, wenn mindestens zwei Ziffern in der richtigen Reihenfolge wiedergegeben wurden oder sich eine Ziffer an eine solche "richtige" Folge anschloß, wobei nur eine Ziffer ausgelassen oder fälschlicherweise dazwischengeschoben wurde; ferner Anfangs- und Endziffern, die in der richtigen Position wiedergegeben worden sind.

Die durchschnittliche Anzahl der behaltenen Ziffern ist aus der folgenden Tabelle ersichtlich; M bedeutet arithmetischer Mittelwert und s Standardabweichung (Guilford 1956).

Versuchsform "A":

	10 sec		30 sec		60 sec		180 sec		300 sec	
	M	s	M	s	M	s	M	s	M	s
Hilfsschule	6,35	2,1	5,7	1,55	7,0	2,76	11,2	5,82	12,4	4,97
Volksschule	5,5	2,1	7,03	2,57	12,2	2,43	17,8	6,54	20,3	5,08
Mittelschule	6,2	1,66	7,3	2,45	11,1	2,97	18,1	6,00	21,0	8,13
Oberschule	6,4	1,86	9,2	2,25	12,2	3,16	21,1	5,05	26,2	8,1

Versuchsform "B":

	10 sec		30 sec		60 sec		180 sec		300 sec	
	M	s	M	s	M	s	M	s	M	s
Hilfsschule	5,35	1,87	4,68	2,23	7,35	5,2	13,5	6,20	14,1	5,87
Volksschule	5,7	1,99	7,5	2,37	10,45	3,33	18,1	5,00	17,4	4,71
Mittelschule	6,2	1,45	9,1	1,92	12,03	2,83	22,33	5,5	20,8	5,55
Oberschule	6,72	2,2	9,56	2,27	11,8	3,23	21,5	5,44	20,3	5,6

Zur 1. Hypothese: Dauer des Kurzspeichers

Bei von Cubes Experiment hatten die Versuchspersonen nach 10 Sekunden Lernzeit und 15 Sekunden "Wartezeit" durchschnittlich 6,6 Ziffern (1961) behalten. In dem vorliegenden Versuch reproduzierte die vergleichbare Gruppe der Gymnasialschüler nach 10 Sekunden Lernzeit unmittelbar anschließend an die Darbietung ebenfalls 6,6 Ziffern. Damit ist die erste Hypothese widerlegt.

Bei den folgenden Aussagen zur Zuflußgeschwindigkeit des vorbewußten Gedächtnisses wird davon ausgegangen, daß die Anzahl der nur im Kurzspeicher festgehaltenen Ziffern bei allen Einzelversuchen - entsprechend dem Frankschen Modell - konstant ist.

Zur 2. Hypothese: Linearität der Speicherung

Der Betrag der gespeicherten Information nimmt mit wachsender Lernzeit nicht linear zu. Die Trendanalyse nach McNemar (1962) ergibt eine hochsignifikante Abweichung vom linearen Anstieg ($F = 34,1$; $p < 0,001$). Betrachtet man jeweils die Zunahme an gespeicherter Information zwischen zwei Lernzeiten, so ergeben sich folgende durchschnittliche Zuflußgeschwindigkeiten bei diesem Versuch:

zwischen	bit/sec
10 sec - 30 sec	0,28
30 sec - 60 sec	0,34
60 sec -180 sec	0,20
180 sec -300 sec	0,02

Mit zunehmender Lernzeit nimmt die durchschnittliche Speichergeschwindigkeit ab. Insgesamt betrug die durchschnittliche Zuflußgeschwindigkeit während der ersten fünf Minuten 0,15 bit/sec und lag damit unter dem von Frank angenommenen Wert.

Zur 3. und 4. Hypothese:
Einfluß von Intelligenz und Übung

Die Unterschiede zwischen den Schultypen und zwischen den Versuchsformen in der Anzahl der reproduzierten Ziffern werden für jede Lernzeit gesondert entweder mit einer Varianzanalyse oder, wenn dies nicht möglich ist, mit dem t-Test und dem χ^2-Test (Abweichung vom gemeinsamen Mittelwert) geprüft (Guilford, 1956).

In allen Fällen unterscheiden sich die Schüler der verschiedenen Schularten signifikant voneinander in der Anzahl der behaltenen Ziffern (10 sec: $\chi^2 = 8,9$; $p < 0,05$; 30 sec: ohne Hilfssch. $F = 11,4$; $p < 0,01$, Hilfssch. $\chi^2 = 8,9$; $p < 0,01$; 60 sec: $\chi^2 = 18,67$; $p < 0,01$; 180 sec: $F = 21,37$; $p < 0,01$; 300 sec: $\chi^2 = 13,93$; $p < 0,01$). Und zwar reproduzieren die Versuchspersonen durchschnittlich um so mehr Ziffern, je höher ihre -aufgrund der Schulzugehörigkeit geschätzte - Intelligenz ist.

Die unterschiedliche Versuchsanordnung führte nur bei 30 Sekunden (ohne Hilfssch. $F = 5,71$; $p < 0,05$; Hilfssch. $\chi^2 = 0,71$ n.s.) und 180 Sekunden ($F = 5,26$; $p < 0,05$) zu signifikanten Unterschieden in der Anzahl der behaltenen Ziffern (10 sec: $\chi^2 = 1,77$; 60 sec ohne Hilfssch. $F = 0,92$, Hilfssch. $t = 0,12$; 300 sec: Hilfssch. $t = 0,21$, Volkssch. $t = 0,497$, Mittelsch. 0,23, Gymnasium $t = 0,79$; alles nicht signifikant). Und zwar behielt jeweils die Gruppe "B", die mit 300 Sekunden Lernzeit begann, signifikant mehr Ziffern als die "A"-Gruppe, vermutlich da die "B"-Gruppe aufgrund des langen Anfangsversuchs mehr Übung hatten. Dies wird auch durch folgendes Phänomen bestätigt:

Schüler, die mit 300 Sekunden Lernzeit begannen, behielten nach 180 Sekunden Darbietungszeit häufig mehr Ziffern als nach 300 Sekunden, obwohl beim zweiten

Lernversuch die absolute Lernzeit kürzer war. Hingegen lernten Schüler der Form "A" bei dem letzten Versuch mit 300 Sekunden häufiger mehr Ziffern als bei dem vorhergehenden Versuch mit 180 Sekunden (χ^2 = 13,32; $p < 0{,}01$). Dieser Effekt zeigt sich allerdings nur bei Schülern der Mittel- und Oberschule (O. χ^2 = 7,94; $p < 0{,}01$; M. χ^2 = 6,02; $p < 0{,}02$; V. χ^2 = 0,52 n.s.; H. χ^2 = 0,51 n.s.)

Zur 5. Hypothese: Geschlecht der Versuchspersonen

Wenn man die Zahl aller reproduzierten Ziffern addiert und mit dem χ^2-Test prüft, ob dieser Gesamtwert bei männlichen Versuchspersonen häufiger über bzw. unter dem Mittelwert der gesamten Klasse liegt, so ergibt sich kein signifikanter Unterschied (χ^2 = 0,0006) zwischen männlichen und weiblichen Versuchspersonen.

Diskussion der Ergebnisse

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung gelten zunächst nur für die untersuchte Population. Da Frank aber für sein Gedächtnismodell allgemeine Gültigkeit beansprucht, erscheint es berechtigt zu untersuchen, wieweit die Ergebnisse dieses Versuchs mit diesem Modell übereinstimmen. Dabei geht es vor allem um zwei Probleme, die Speicherkapazität des Kurzspeichers und die Zuflußkapazität des vorbewußten Gedächtnisses.

Zur Speicherkapazität des Kurzspeichers

Es zeigt sich, daß bei zehn Sekunden Lernzeit unmittelbar nach Beendigung der Darbietung ebensoviele Ziffern reproduziert werden wie nach weiteren 15 Sekunden "Wartezeit". Man könnte dies damit interpretieren, daß während der ersten zehn Sekunden "Wartezeit" die noch im Kurzspeicher enthaltenen Informationen in das vorbewußte Gedächtnis übernommen werden, doch müßte dann die Zuflußkapazität des vorbewußten Gedächtnisses gleich der des Kurzspeichers sein und dies widerspricht einer grundlegenden Annahme Franks. Deshalb erscheint es sinnvoller anzunehmen, daß der Kurzspeicher Informationen länger als 10 Sekunden festhalten kann oder daß sie dort erneut einfließen können, ohne daß sie im vorbewußten Gedächtnis gespeichert sind oder in der Außenwelt wahrgenommen werden.

Ferner erscheint die große Speicherkapazität des Kurzspeichers als problematisch. Da nach Franks Annahme (als obere Schranke) 160 bit oder 48 Ziffern gleichzeitig festgehalten werden können, bleibt zu fragen, warum die Versuchspersonen - nach 10 Sekunden Darbietungszeit - nicht mehr als durchschnittlich 6 Ziffern davon reproduzierten.

Zur Zuflußgeschwindigkeit des vorbewußten Gedächtnisses

Bei der vorliegenden Untersuchung schienen die Versuchspersonen durchweg gut motiviert zu sein. Deshalb läßt sich annehmen, daß jeweils die Zuflußgeschwindigkeit in etwa mit der Zuflußkapazität übereinstimmt, sofern nicht - was im einzelnen diskutiert wird - Ermüdung das Ergebnis beeinflußt hat.

Frank geht bei seinem Gedächtnismodell davon aus, daß die Zuflußkapazität der Speicher konstant sei. Sie hänge lediglich von der Art des Lernmaterials ab. Im Gegensatz dazu weist die vorliegende Untersuchung darauf hin, daß die Zuflußgeschwindigkeit des vorbewußten Gedächtnisses in mehrfacher Hinsicht nicht konstant ist:

1. Sie nimmt mit wachsender Lernzeit innerhalb der ersten fünf Minuten von 0,3 auf 0,1 bit/sec ab. Dies läßt sich innerhalb des Frankschen Modells auch nicht mit dem bereits einsetzenden Vergessen erklären.

Legt man die Zuflußgeschwindigkeit von 0,314 bit/sec während der ersten 60 Sekunden zugrunde, so müßten nach 300 Sekunden theoretisch 94 bit gespeichert worden sein. Geht man der Einfachheit halber davon aus, daß 300 Sekunden lang 47 bit im Kurzgedächtnis enthalten seien, so müßten - bei einer Vergessensgeschwindigkeit von ebenfalls 3,14 bit/sec und einer Kapazität von 1500 bit - in derselben Zeit durchschnittlich 2,9 bit, also weniger als eine Ziffer, vergessen werden. Tatsächlich beträgt die Differenz zwischen theoretischem und empirischem Wert 31 bit.

Diese Differenz kann auch nicht durch Ermüdung der Versuchspersonen erklärt werden, denn die "B"-Gruppe, die den Versuch mit 300 Sekunden Lernzeit an erster Stelle absolvierte, reproduzierte nicht signifikant mehr Ziffern als die "A"-Gruppe.

2. Entgegen der Annahme Franks zeigte sich ein Zusammenhang zwischen der Intelligenz der Versuchspersonen und der Zuflußkapazität des vorbewußten Gedächtnisses. Man könnte zunächst daran denken, für verschiedene Intelligenzgrade unterschiedliche Zuflußkapazitäten anzusetzen. Allerdings weist das Ergebnis, daß lediglich Mittel- und Oberschüler in der Gruppe "B" zwischen 300 und 180 Sekunden einen signifikanten Anstieg in der Anzahl behaltener Ziffern aufweisen, darauf hin, daß die Intelligenz der Versuchspersonen den Übungseffekt verstärkt. Diese Annahme wird dadurch unterstützt, daß nach 30 Sekunden Lernzeit nur die Hilfsschüler der Gruppen "A" und "B" keinen Übungsunterschied aufwiesen.

3. Zwischen den Versuchsformen "A" und "B" ergab sich bei den Versuchen mit 30 und 180 Sekunden Lernzeit trotz der großen Streuungen ein signifikanter Unterschied. In beiden Fällen reproduzierte die "B"-Gruppe, die bereits mehr Sekunden Lernzeit hinter sich hatte, signifikant mehr Ziffern als die "A"-Gruppe. Dies läßt sich nicht nur durch Ermüdung der "A"-Schüler erklären, da sonst diese Gruppe auch in dem für sie letzten Versuch mit 300 Sekunden der "B"-Gruppe unterlegen sein müßte, was nicht zutrifft.

Daß sich bei den übrigen Einzelversuchen keine signifikanten Unterschiede zeigten, mag mit der speziellen Versuchsanordnung (Vorversuch, Ermüdung, große Streuungen) zusammenhängen; dies muß in weiteren Untersuchungen geklärt werden.

Die Unterschiede zwischen den Versuchsformen lassen sich damit interpretieren, daß die Versuchspersonen im Laufe der Einzelversuche lernten, "wie man lernt". Aus den schriftlichen Aussagen geht hervor, daß sie vor allem lernten, die Ziffern zu größeren Einheiten zusammenzufassen, was durch Auffinden bekannter Ziffernkombinationen und Quasi-Gesetzmäßigkeiten erleichtert wurde.

V. Cubes Versuch (1965 a), diese Lernhilfe als Informationsverringerung zu erklären, ist - worauf Eckel hinwies (1964) - informationstheoretisch nicht zu begründen. Nimmt man an (v. Cube 1965 b), daß die Versuchspersonen den Informationsbetrag eines Textes unter den objektiven herabsetzen können, so gibt man damit eine grundlegende Annahme des Gedächtnismodells auf, daß für die Lerngeschwindigkeit der objektive Informationsbetrag eines Textes entscheidend sei.

Durch das Zusammenfassen einzelner Zeichen zu größeren Einheiten wird nicht die objektive Information, wohl aber die Anzahl der zu speichernden Einheiten herabgesetzt. Dies bietet den Ansatzpunkt für eine Interpretationsmöglichkeit der aufgewiesenen Phänomene außerhalb des Frankschen Gedächtnismodells.

G. A. Miller (1956) geht von der empirisch nachgewiesenen Tatsache aus, daß man unmittelbar etwa sieben Zeichen behält, unabhängig davon, wieviel Information ein einzelnes Zeichen besitzt, d. h. aus welchem Repertoire es stammt. Miller kommt zu dem Schluß, daß Auswendiglernen lediglich bedeute, die zu speichernden Zeichen zu recodieren und zu immer größeren Einheiten zusammenzufassen. Entscheidend für das Behalten ist demnach nicht der Informationsbetrag eines Textes, sondern die Anzahl der zu speichernden Einheiten. Dies würde den Einfluß von Intelligenz und Übung auf die Anzahl der behaltenen

Ziffern erklären. Auch die Nichtlinearität des Speicherungsprozesses läßt sich darauf zurückführen, daß das Zusammenfassen zu immer größeren Zeichen unverhältnismäßig mehr Zeit braucht.

Zusammenfassung

Die vorliegende Untersuchung wirft eine Reihe von Fragen zum Gedächtnismodell von H. Frank auf. Eine Reihe von Versuchen mit vierzehnjährigen Schülern ergab, daß die Zuflußgeschwindigkeit des vorbewußten Gedächtnisses ergab, daß der Kurzspeicher Informationen länger als zehn Sekunden festhalten kann. Die Zuflußgeschwindigkeit des vorbewußten Gedächtnisses ist nicht konstant, sondern hängt von Intelligenz und Übung der Versuchspersonen ab und wird mit zunehmender Lernzeit geringer. Eine mögliche Erklärung dieser - mit dem Gedächtnismodell von Frank nicht übereinstimmenden - Phänomene könnte beim Prozeß des Recodierens liegen, wobei nicht der Informationsbetrag eines "Textes", sondern die Anzahl der zu speichernden Einheiten für das Auswendiglernen entscheidend ist.

Schrifttumsverzeichnis

Aborn, Murray; Rubinstein, Herbert — Information theory and immediate recall, Journal of Experimental Psychology 44, 1952 S. 260 - 266

Cube, Felix v. — Kybernetische Grundlagen des Lehrens und Lernens, Stuttgart, 1965 a

Cube, Felix v. — Zur Frage des Auwendiglernens, GrKG 6/1 S. 21-23, 1965 b

Cube, Felix v.; Gunzenhäuser, Rul — Experimente zur Verifikation der Theorie des mechanischen Lernens, GrKG 2/4, S. 111 - 119, 1961

Eckel, Karl — Über den Zusammenhang von "Repertoire" und "Superzeichen", GrKG, 5/1, S. 31-33, 1964

Frank, Helmar — Grundlagenprobleme der Informationsästhetik und erste Anwendung auf die mime pure, Diss. Stuttgart 1959

Frank, Helmar — Über grundlegende Sätze der Informationspsychologie, GrKG 1/1,S. 25-32, 1960

Frank, Helmar — Zum Problem des vorbewußten Gedächtnisses GrKG 2/1,S.17-24, 1961

Frank, Helmar	Kybernetische Grundlagen der Pädagogik. Agis, Baden-Baden, 1962
Frank, Helmar	Über einen Ansatz zu einem probabilistischen Gedächtnismodell, GrKG 5/2, S. 43-50, 1964
Geigy, J.R. (ed)	Documenta Geigy - Wissenschaftliche Tabellen. Basel, 1960[3]
Guilford, J.P.	Fundamental Statistics in Psychology and Education, New York-Toronto-London, 1956
McNemar, Quinn	Psychological Statistics, New York - London, 1962[3]
Miller, George A.	The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: some Limits on our Capacity for Processing Information. The Psychological Review 63, S. 81-97, 1956
Miller, George, A.	Free recall of redundant strings of letters, Journal of Experimental Psychology 56, 1958, S. 485 - 491
Miller, George A. and Selfridge	Verbal context and the recall of meaningful material. The American Journal of Psychology 63, 1950

Eingegangen am 19. März 1968

Anschrift der Verfasserin: Angelika Wagner, 53 Bonn-Duisdorf, Ossietzkystr. 5
z. Z. 914 Lincoln Ann Arbor, Mich. 48104, USA

DIE DURCHSETZUNG DER PROGRAMMIERTEN INSTRUKTION ALS PROBLEM DER PÄDAGOGISTISCHEN ZUKUNFTSFORSCHUNG

von Helmar Frank (Waiblingen), Berlin

§ 1 Problemstellung

Die pädagogische Organisatorik erarbeitet (philosophisch-geisteswissenschaftlich oder mathematisierend) Verfahren der möglichen Bewältigung der (meist sehr nahen) Zukunft, und zwar (zumindest der Absicht nach) Verfahren von zeitloser Gültigkeit. Darin unterscheidet sie sich von der pädagogischen Zukunftsforschung (Futurologie). Letztere hat es mit der künftigen Entwicklung des didaktischen Informationsumsatzes zu tun. Da diese künftige Entwicklung (im Gegensatz zur Vergangenheit, dem Gegenstand der Pädagogikgeschichte) noch beeinflußbar ist - nicht zuletzt auch durch die Veröffentlichung von Prognosen! - kann eine wissenschaftliche Zukunftsforschung höchstens angeben, welches die ungestörte Weiterentwicklung wäre, und mit welchen Maßnahmen welche Abweichungen davon erzielt werden könnten.

Die pädagogistische (also mathematisch vorgehende) Organisatorik sucht, allgemein gesprochen, pädagogisch relevante Funktionen der Zeit zu ermitteln, welche gewissen Bedingungen genügen, die ihrerseits veränderbare Parameter enthalten. Sie liefert darüber hinaus Methoden, diese Parameter so zu bestimmen, daß die Zeitfunktionen am Ende ihres Definitionsbereichs gewissen gewünschten Werten möglichst nahe kommen. Die pädagogistische Zukunftsforschung geht darüber insofern hinaus, als sie nicht von den hier und heute gültigen Funktionswerten abstrahiert. Wären die interessierenden Funktionen durchweg analytische (d. h. beliebig oft differenzierbare) Funktionen, dann könnte man wie folgt präzisieren: Die pädagogistische Zukunftsforschung sucht wie die pädagogistische Organisatorik nach denjenigen Lösungen gewisser Differentialgleichungen, welche für einen bestimmten "künftigen" Zeitpunkt gewünschte Werte annehmen; im Gegensatz zur pädagogistischen Organisatorik hat die pädagogistische Zukunftsforschung dabei jedoch die Anfangs- und Randbedingungen zu beachten. - Da diese Anfangs- und Randbedingungen außer in hier und heute gültigen Funktionswerten der gesuchten Funktionen auch in den hier und heute gültigen Werten ihrer zeitlichen oder räumlichen Ableitungen bestehen können, setzt die pädagogische Futurologie im Prinzip außer der pädagogischen Organisatorik auch die Pädagogikgeschichte und die vergleichende Pädagogik (Bildungsgeographie) voraus. - Als Beispiel für die mögliche Arbeitsweise einer pädagogistischen Zukunftsforschung suchen wir im folgenden die Frage zu beantworten: Wann kann sich im deutschen Sprachgebiet die Lehrobjektivierung durchgesetzt haben, und durch welche heute möglichen Maßnahmen kann dieser Zeitpunkt näher an die Gegenwart herangebracht werden? Die Beantwortung dieser

Frage erfordert zunächst eine Präzisierung des Ausdrucks "durchgesetzt". Man kann darunter verstehen:

(1) den Zustand, daß für alle didaktisch programmierbaren Lektionen (rund 75 %) je mindestens e i n Lehrprogramm vorhanden ist, also rund 19500 Lehrprogrammlektionen für die allgemeinbildende Schule;
(2) den Zustand, daß der subjektiv als optimal empfundene Prozentsatz objektivierter Schulung (nach Schröter, 1966, rund 40 %) aufgrund inzwischen verfügbarer Lehrprogramme und Lehrmaschinen tatsächlich objektiviert erfolgen kann; dies wären ca. 10400 Lehrprogrammlektionen für die allgemeinbildende Schule;
(3) den Zustand, daß ein elektronischer Lehrraum voll ausgelastet werden kann (45 Stunden in jeder der 40 Unterrichtswochen eines Jahres), sich also seine Einrichtung lohnt; dies ist bei spätestens 1800 passenden Lehrprogrammlektionen erreicht.

Empirischen Erfahrungen mit der Leistungsfähigkeit didaktischer Programmierungsgruppen entnimmt man eine Ergiebigkeit von etwa $c = 8$ Lehrprogrammlektionen pro Mannjahr bei direkter didaktischer Programmierung, $C = 23$ Lehrprogrammlektionen pro Mannjahr bei Einsatz formaler Didaktiken (Frank, 1968 a). Man könnte also in Abhängigkeit von der Zahl der angesetzten Arbeitsgruppen (bestehend aus 6 Kräften, einschließlich der Hilfskräfte), die Zeitspanne errechnen, bis die geforderte Zahl von Lehrprogrammen verfügbar ist. Nun ist aber entweder die Zahl der erforderlichen Arbeitsgruppen oder die zur Bewältigung der umfangreichen Lehralgorithmierarbeit erforderliche Zeit so groß, daß der Spielraum der unmittelbaren Entscheidungsmöglichkeit irgendeiner kulturpolitischen oder industriellen Instanz überschritten wird. Dadurch rückt das Problem in den Bereich der pädagogischen Zukunftsforschung. Diese hat zu ermitteln, wieviel Fachleute für didaktische Programmierung in den kommenden Jahren verfügbar sein werden, und zu welchem Prozentsatz ihrer Arbeitskapazität. Aus einem mathematischen Modell dieser Entwicklung kann sie dann ermitteln, welche heute möglichen Maßnahmen, die zu treffen von den entscheidenden Instanzen tatsächlich beschlossen werden kann, sich künftig in einer gewünschten Weise auswirken werden.

§ 2 Ein mathematisches Wachstumsmodell der Zahl $m(t)$ von PI-Fachleuten

In einer nach außen weitgehend abgeschlossenen, intern jedoch stark kommunizierenden Population mögen insgesamt M Individuen potentielle oder aktuelle Fachleute der direkten (d. h. nicht objektivierten) didaktischen Programmierung sein. Es kann sich dabei handeln um alle Lehrer an allgemeinbildenden Schulen, ferner um alle Hochschullehrer samt deren Assistenten, sowie schließlich um alle Personen, die wesentlich mit dem didaktischen Informationsumsatz in Wirtschaft

und Industrie beschäftigt sind. Zu einem Anfangszeitpunkt $t = 0$ gibt es m_0 solcher Fachleute. Sie beginnen durch Symposien, Publikationen und Vorträge ihre Fachkenntnisse zu verbreiten. Zur Vereinfachung sei angenommen, dies geschehe durch Informationsstöße, von denen jeder ausreicht, eines der $M - m_0$ restlichen Individuen ausreichend zu informieren und damit zu gewinnen. Die mit der Zeit anwachsende Zahl der Fachleute sei $m(t)$. Jedes schon eingeführte Individuum liefere pro Zeiteinheit w solcher Informationsstöße. Der Bruchteil $m(t)/M$ davon erreicht Fachleute, vergrößert also $m(t)$ nicht. Die a-priori-Wahrscheinlichkeit, daß ein ganz bestimmtes Individuum durch einen bestimmten dieser Informationsstöße erfaßt wird, ist $1/M$. Es wird daher mit der Wahrscheinlichkeit

$$(1) \qquad \bar{p} = \left(1 - \frac{1}{M}\right)^{w \cdot \Delta t \cdot m(t)}$$

durch keinen einzigen der $w \cdot \Delta t \cdot m(t)$ Informationsstöße erfaßt, die während der Zeit Δt von den $m(t)$ Fachleuten der Population ausgehen. Man kann daher erwarten, daß von den $M - m(t)$ noch nicht eingeführten potentiellen Fachleuten im Zeitintervall Δt insgesamt

$$(2) \qquad (M - m(t)) \cdot (1 - \bar{p}) = (M - m(t)) \cdot \left(1 - \left(1 - \frac{1}{M}\right)^{w \cdot m(t) \cdot \Delta t}\right)$$

zu Fachleuten werden. Andererseits scheiden von den $m(t)$ Fachleuten altershalber oder durch Tod im gleichen Zeitintervall $v \cdot m(t) \cdot \Delta t$ aus. Die Zahl $m(t)$ wächst daher in der Zeitspanne Δt um

$$(3\,a) \qquad \Delta m = (M - m(t)) \cdot \left(1 - \left(1 - \frac{1}{M}\right)^{w \cdot m(t) \cdot \Delta t}\right) - v \cdot m(t) \cdot \Delta t.$$

Die Wachstumsgeschwindigkeit beträgt

$$(3\,b) \qquad \dot{m} =_{Df} \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta m}{\Delta t} = -(M - m(t)) \cdot w \cdot m(t) \cdot \ln\left(1 - \frac{1}{M}\right) - v \cdot m(t)$$

Die Lösung dieser Bernoullischen Differentialgleichung 1. Ordnung mit der Anfangsbedingung $m(0) = m_0$ lautet:

$$(4) \qquad m(t) = \frac{1}{e^{(M \cdot w \cdot \ln(1 - \frac{1}{M}) + v)t} \cdot \left(\frac{1}{m_0} - \frac{1}{M + \frac{v}{w \cdot \ln(1 - \frac{1}{M})}}\right) + \frac{1}{M + \frac{v}{w \cdot \ln(1 - \frac{1}{M})}}}$$

Da $M \gg 1$, kann mit sehr guter Näherung $\ln(1 - 1/M)$ durch $- 1/M$ ersetzt werden. Ferner kann schon v o r einer quantitativen empirischen Überprüfung leicht eingesehen werden, daß die "Weitergabegeschwindigkeit" w wesentlich größer ist als die "Verfallsgeschwindigkeit" v. Denn mindestens im Durchschnitt kann jeder Fachmann der programmierten Instruktion innerhalb eines Jahres durch einen Lehrgang oder durch eine seiner Publikationen mehr als einen potentiellen Fachmann einführen, während seine eigene restliche Lebenserwartung im Durchschnitt erheblich viel größer ist als ein Jahr. Schließlich ist $M \cdot (1 - v/w) \gg m_0$. Dies erlaubt die Gleichung (4) durch einfachere Näherungen zu ersetzen. Insbesondere gilt für kleine t:

$$m(t) \approx m_0 \cdot e^{(w - v) \cdot t} \quad (5)$$

Die gesuchte Funktion hat also einen zunächst nahezu exponentiellen Verlauf, ist also bei logarithmischer Ordinatenteilung zunächst fast geradlinig. Steigung und Ordinatenschnittpunkt dieser Geraden, also $w - v$ und m_0, müssen sich pädagogikgeschichtlich ermitteln lassen. Aus der Sterbetafel 1926 des Vereins Deutscher Lebensversicherungsgesellschaften (vgl. z. B. Gauß und Gobbin, 1954) errechnet man $v \approx 0{,}035\ ^1/\text{Jahre}$, falls alle M Individuen zwischen 20 und 70 Jahre alt sind.

Bilden die zugrundegelegte Population, welche über M praktische Pädagogen verfügt, die Einwohner der Bundesrepublik, Österreichs und der deutschsprachigen Schweiz, dann hat M die Größenordnung 350 000. (Wie sich aus der Gleichung (5) ergibt, braucht diese Zahl für die Prognose der näheren Zukunft nicht genau bekannt zu sein.) Das Wachstum und einen Anfangswert von m (t) versuchen wir der Pädagogikgeschichte zu entnehmen, indem wir m (t) zwischen 1963 (t = 0) und 1968 (t = 5) auftragen. Leider ist dies jedoch nicht unmittelbar möglich. Bekannt sind jedoch

(1) die Zahl der aus unserer Population stammenden Referenten bei den alljährlichen Symposien der internationalen Gesellschaft für Programmierte Instruktion (GPI), ferner
(2) die Zahl der entsprechenden Mitglieder der GPI aus dieser Population (vgl. das Kontaktregister, 1968), und
(3) die Zahl der Teilnehmer an den (seit 1966 nur noch alle zwei Jahre) öffentlichen Symposien dieser Gesellschaft.

Die Arbeitshypothese liegt nahe, daß jede dieser drei Zahlen sich durch einen spezifischen, aber für die ersten paar Jahre zeitunabhängigen Faktor aus m (t) berechnen läßt. Das würde bedeuten, daß alle drei genannten Zeitfunktionen in einem Koordinatensystem mit logarithmischer Ordinatenteilung sich als parallele Geraden mit d e r s e l b e n Steigung wie die Funktion 5 darstellten. Aus Bild 1 ist zu entnehmen, daß diese Arbeitshypothese mit dem empirischen Befund ver-

träglich ist, und daß w - v = 0,385 ^{1}/Jahre, also w = 0,420 ^{1}/Jahre beträgt. Es gibt gute Argumente dafür, m (t) mit der mittleren Kurve zu identifizieren. (Zwar schließen sich neue Fachleute der Programmierten Instruktion aus unserer Population gelegentlich nicht sofort der GPI an, dafür enthält diese andererseits auch einzelne Mitglieder, die nur als Förderer beitreten bzw. erst Fachleute auf diesem Gebiet werden wollen.) Damit ist m_0 = 86, und die Funktionsgleichung 4 wird bei diesen Parametern durch Bild 2 dargestellt.

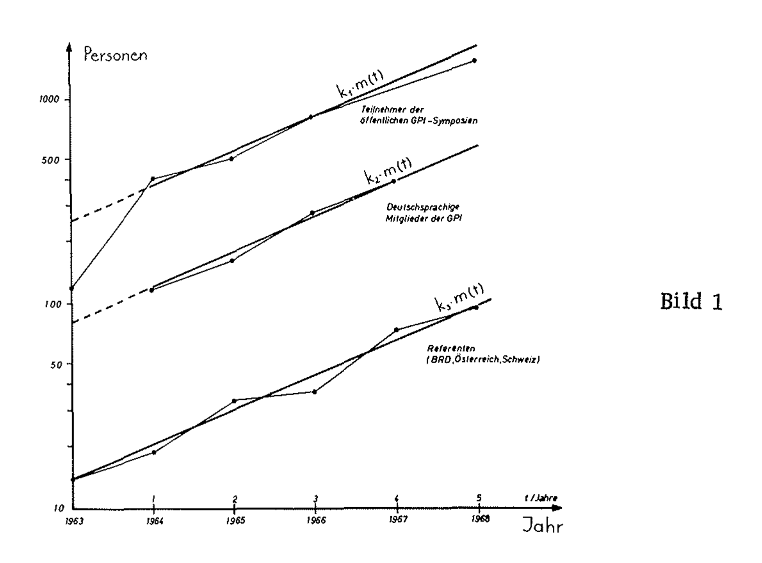


Bild 1

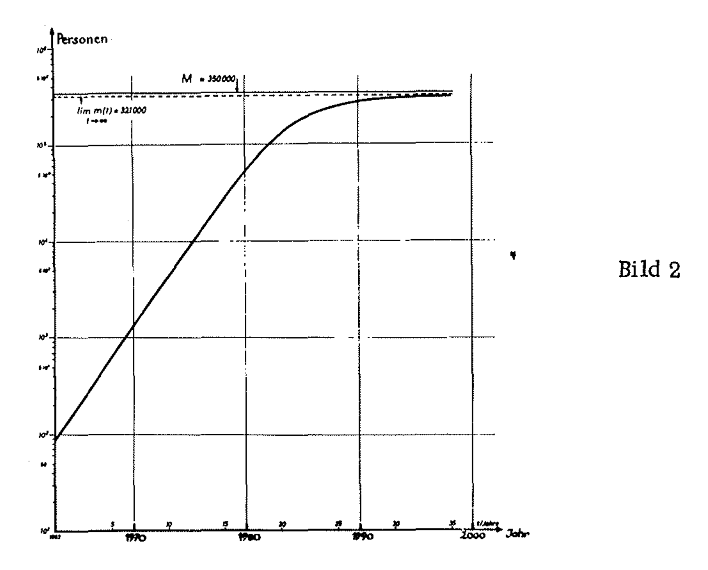


Bild 2

§ 3 Das Anwachsen des Lehrprogrammvorrats u (t)

Wenn nun die $m(t_0 + n)$ Fachleute, die am Ende des Jahres $t_0 + n$ vorhanden sein werden (wobei $t_0 > 0$ insbesondere das Jahr 1968 bezeichnen kann), im Jahre $(t_0 + n + 1)$ zum Prozentsatz $p(t_0 + n + 1)$ ihrer Arbeitskapazität für das Lehralgorithmieren verfügbar sind, dann entstehen im Jahre $t_0 + n + 1$

(6) $$\Delta u(t_0 + n + 1) = c \cdot p(t_0 + n + 1) \cdot m(t_0 + n)$$

neue Lehrprogrammlektionen. Der Lehrprogrammvorrat am Ende dieses Jahres ist also

(7) $$u(t_0 + n + 1) = u(t_0 + n) + c \cdot p(t_0 + n + 1) \cdot m(t_0 + n).$$

Die für $n = 0, 1, 2, \ldots$ gültige Gleichung reicht jedoch als Grundlage zur Beantwortung unserer Frage, wann sich die Lehrobjektivierung durchgesetzt haben kann, nicht aus. Erstens muß wegen des endlichen Erwartungswertes T der Aktualität von Lehrstoffen jährlich der Bruchteil $1 - e^{-\frac{1}{T}}$ der Lektionen wegen Veraltung wegfallen, d.h. es sind am Ende des Jahres $t_0 + n + 1$

(8) $$u_{eff}(t_0 + n + 1) = u_{eff}(t_0 + n) \cdot e^{-\frac{1}{T}} + \Delta u(t_0 + n + 1)$$

effektiv brauchbare, also im nächsten Jahre $(t_0 + n + 2)$ einsetzbare Lehrprogramme vorhanden. Zweitens muß $p(t_0 + n + 1)$ bestimmt werden. Hierfür gibt es einen naheliegenden Ansatz. Beginnend mit dem Jahre $t_0 + 1$ mögen die effektiv vorhandenen Lehrprogramme eingesetzt und die dadurch eingesparte Lehrerarbeitskapazität für das weitere Lehralgorithmieren verwendet werden; dabei sei angenommen, daß durch gut organisierte Arbeitsteilung eine Doppelprogrammierung desselben Lehrstoffes bis zur allgemeinen Durchsetzung der Lehrobjektivierung vermieden werde. Nun kann entweder jede Lektion, zu welcher es ein Lehrprogramm gibt, d u r c h w e g objektiviert erteilt werden, oder aber nur dann, wenn die Lektion sonst von einem der m F a c h l e u t e hätte in Direktschulung erteilt werden müssen. Im ersten Falle kann die freigesetzte Arbeitskapazität der Nichtfachleute zur weiteren Entlastung der Fachleute genutzt werden. Falls jede der U Lektionen in jedem Jahr entweder von wenigstens einem der M Lehrkräfte oder aber in objektivierter Form erteilt werden müßte, ist damit zu rechnen, daß im Jahre $t_0 + n + 1$ der Prozentsatz

(9) $$P = \frac{u_{eff}(t_0 + n)}{U}$$

der Arbeitskapazität für die didaktische Programmierung frei wird, also im genannten ersten Falle M · P Mannjahre. Es ist in diesem Falle

$$\text{(10 a)} \qquad p\,(t_0 + n + 1) = \frac{M \cdot P}{m(t_0 + n)} = \frac{M}{U} \cdot \frac{u_{eff}\,(t_0 + n)}{m\,(t_0 + n)}$$

solange für $M \cdot P < m\,(t_0 + n)$ ist - später ist natürlich $p\,(t_0 + n + 1) = 1$.

Im anderen Falle ist die freigesetzte Arbeitskapazität wesentlich kleiner, nämlich nur $m\,(t_0 + n) \cdot P$, und damit

$$\text{(10 b)} \qquad p\,(t_0 + n + 1) = P \cdot \frac{u_{eff}\,(t_0 + n)}{U}$$

Damit haben wir zwei (sich in der Gleichung 10 unterscheidende) Systeme von Differenzengleichungen. Aus jedem können wir die im jeweiligen Falle erreichbare Zahl $u\,(t_0 + n)$ bzw. $u_{eff}\,(t_0 + n)$ vorhandener bzw. effektiv noch einsetzbarer Lehrprogrammlektionen nacheinander für $n = 1, 2, 3, \ldots$ berechnen, sobald die Anfangsbedingungen dieser beiden Zeitfunktionen, also $u\,(t_0)$ und $u_{eff}\,(t_0)$ bekannt sind.

Das Differenzengleichungssystem gilt nur im Zeitintervall von $n = 0$ bis zu demjenigen Zeitpunkt, für welchen $u_{eff}\,(t_0 + n)$ erstmals die Zahl aller didaktisch programmierbaren Lektionen übertrifft. Dieser Zeitpunkt tritt natürlich im Falle der Gültigkeit von (10 a) sehr viel früher ein als im Falle der Gültigkeit von (10 b). Hier liegt eine erste Entscheidungsmöglichkeit der kulturpolitischen oder industriellen Instanzen; dagegen wäre es unbillig von ihnen zu fordern, sofort $\frac{U}{c}$ Fachleute für die (mit diesem Aufwand innerhalb eines Jahres mögliche) didaktische Programmierung der objektivierbaren Lektionen einzusetzen - oder auch nur alle jene Fachleute, die schon existieren, aber in ihrem bisherigen Arbeitsplatz einstweilen durch nicht existierende zusätzliche Lehrkräfte ersetzt werden müßten.

Wir schränken nun die Betrachtung auf den Bereich der allgemeinbildenden Schule ein, für welche die Nutzzeit T von der Größenordnung 30 Jahre, die Zahl der verschiedenen Lektionen von der Größenordnung U = 26 000 ist (vgl. FRANK, 1968 b, Abschnitt 3.83). Ferner kann man aus verschiedenen Zusammenstellungen (D.D. Müller, 1968; R. Hintermeier, 1968) schließen, daß bis zum Ende des Jahres 1968 rund 1000 bis 1100 verschiedene, in der deutschsprachigen Schule verwendbare Lehrprogramme existieren werden. Nimmt man an, die Fachleute der Programmierten Instruktion seien etwa gleichmäßig auf die drei Bereiche des

didaktischen Informationsumsatzes verteilt, dann kann für den Schulbereich am Ende des Jahres t_0 (1968) der Anfangswert m $(t_0) = 186$ angenommen werden. Unsere beiden Differenzengleichungssysteme ergeben damit als Lösungen die beiden in Bild 3 wiedergegebenen Kurven, die dort je mit dem Parameterwert $F_0 = 0$ markiert sind. Offensichtlich erlaubt die erwähnte kulturpolitische Entscheidungsmöglichkeit eine beträchtliche Verkürzung der Zeitspanne bis zur Durchsetzung der Programmierten Instruktion, welches der drei in § 1 genannten Kriterien man auch zugrundelegt.

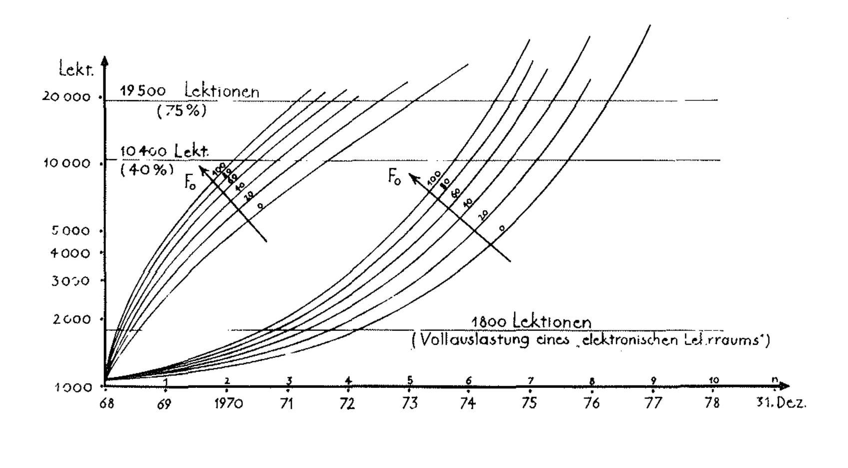


Bild 3

§ 4 Die mögliche Auswirkung der formalen Didaktiken auf u (t)

Eine zweite Möglichkeit, den künftigen Verlauf der Zeitfunktion $u_{eff}(t_0 + n)$ durch eine heutige Maßnahme (diesmal kontinuierlich) zu beeinflussen, besteht im Einsatz formaler Didaktiken (vgl. dazu Frank, 1968 b, Abschnitt 3.82). Dazu werden (im Jahre t_0) $F(t_0) = F_0$ Pädagogen in der Handhabung der vorhandenen formalen Didaktiken ausgebildet. Diese Zahl F_0 möge - so lautet unser Ansatz - in der Zahl M aller Lehrkräfte des betrachteten Bereichs enthalten sein, nicht jedoch in der Zahl m (t_0) der Fachleute für direkte didaktische Programmierung. F(t) möge zunächst demselben näherungsweise exponentiellen Wachstumsgesetz (5) folgen wie m (t), wobei jedoch einstweilen die Menge der Formaldidaktiker und die Menge der Direktdidaktiker die leere Menge als Durch-

schnitt behalten sollen. Die Gesamtzahl der Lehrprogrammproduzenten des Schulbereichs ist dann

(11) $$G(t) = F(t) + m(t),$$

wobei zwei Konstante λ und $\mu = 1 - \lambda$ einheitlich für alle t existieren, so daß

$$m(t) = \lambda \cdot G(t) \quad \text{und} \quad F(t) = \mu \cdot G(t)$$

gilt, nämlich $\lambda = \dfrac{m(t_0)}{m(t_0) + F_0}$ und $\mu = \dfrac{F_0}{m(t_0) + F_0}$

Den Einfluß der Ausbildung von F_0 Formaldidaktikern bis zum Schluß des Jahres t_0 können wir durch nochmaliges Lösen unserer Differenzengleichungssysteme (6, 7, 8, 10 a oder 10 b) erkennen, wobei wir einfach anstelle von $m(t_0 + n)$ die neue Größe $G(t_0 + n)$ einsetzen, und anstelle von $\Delta u(t_0 + n + 1)$ die Summe der auf direktem oder (teil)-objektiviertem Wege erzeugten Lehrprogramme, nämlich

(12) $$\Delta u(t_0 + n + 1) = (\mu \cdot C + \lambda \cdot c) \cdot p(t_0 + n + 1) \cdot G(t_0 + n)$$

In Bild 3 ist mit dem Scharparameter F_0 (zwischen 0 und 100) die künftige Entwicklung des Lehrprogrammvorrats eingezeichnet. Bild 4 (a, b) stellt für jedes der drei in § 1 aufgeführten Kriterien die erforderliche Zahl F_0 von 1968 auszubildenden Formaldidaktikern als Funktion des erstrebten Zeitpunkts der erfolg-

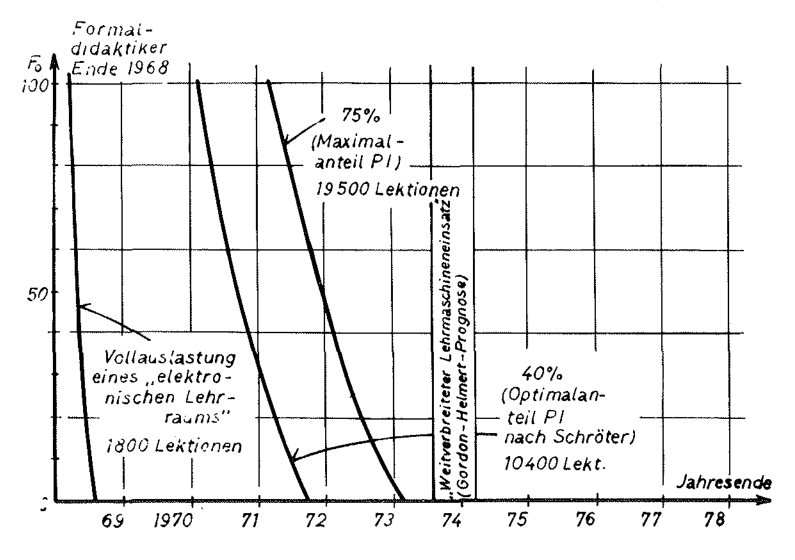


Bild 4 a

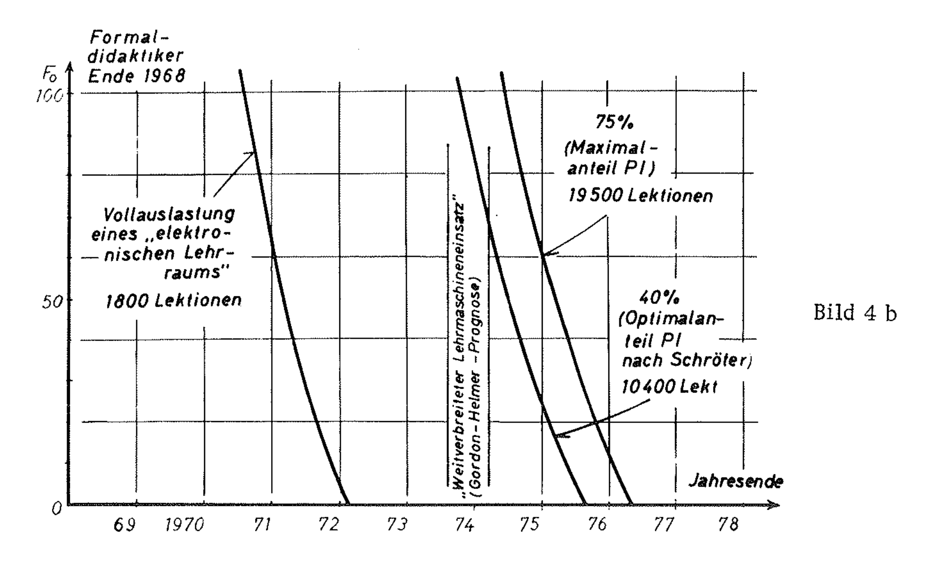


Bild 4 b

ten praktischen Durchsetzung der Lehrobjektivierung dar, und zwar (a) für den Fall der Gleichung 10 a, (b) für den Fall der Gleichung 10 b. Zum Vergleich ist beidesmal die Vorhersage des (die US-amerikanischen Verhältnisse betreffenden) Gordon-Helmer-Berichts eingetragen, die natürlich formale Didaktiken nicht berücksichtigt.

Es ist bemerkenswert, daß wir zur Lösung unserer pädagogisch-futurologischen Fragestellung Bild 1 auswerten mußten. Damit ist nachgewiesen, daß nicht nur im Rahmen der klassischen Pädagogik sondern auch im Rahmen der Pädagogistik, also der kalkülhaften (insbesondere der kybernetischen) Pädagogik die Pädagogikgeschichte - natürlich als quantitative Wissenschaft - einen wenn auch nicht dominierenden Platz hat. -

Schrifttumsverzeichnis

Frank, Helmar — Über organisationskybernetische und bildungsökonomische Fragen der programmierten Instruktion, in: "Kommunikation" Heft IV, 3, S. 136-144, 1968 a

Frank, Helmar — Kybernetische Grundlagen der Pädagogik. Agis, Baden-Baden, 2. Auflage 1968 b

Gauß, F.G.
Gobbin, H.H. — Vierstellige vollständige logarithmische und trigonometrische Tafeln, Wittwer, Stuttgart, 1954

Gordon, J.T. Helmer, O. — Report on a longrange forecasting study, Rand Corporation, Santa Monica, California, 1964

Hintermeier, Rita — Lehrprogramme ´68 (Bibliographie) Ehrenwirt, München, 1968, 36 S.

Kontaktregister der pädagogischen Technik. Hsg. Gesellschaft für Programmierte Instruktion, GPI, 2. Auflage, Schnelle, Quickborn, 1968

Müller, Dagulf D. — Jahreskatalog: Kybernetik, Automation, Programmierter Unterricht, Grenzgebiete (Bibliographie), Elwert und Meurer, Berlin, 1968

Schröter, Gerhard — Untersuchungen über die Einstellung von Berufsschülern zur Programmierten Unterweisung. In: Praxis und Perspektiven des Programmierten Unterrichts, 1, 1965, Verlag Schnelle, Quickborn, S. 17-28

Eingegangen am 15. September 1968

Anschrift des Verfassers:
1 Berlin 33, Altensteinstr. 39

Kybernetische Buchveröffentlichungen 1968

besprochen von Helmar Frank, Berlin

Wiewohl die literarische Beachtung der Kybernetik und insbesondere ihrer Anwendung im geisteswissenschaftlichen Bereich noch steigt, findet sich unter den Buchveröffentlichungen aus dem Jahre 1968, die der Schriftleitung zugingen, im Vergleich zu den Vorjahren wenig Bemerkenswertes. - Eine seriöse Einführung in die Theorie der Turing-Maschinen, die Algorithmentheorie und die Theorie formaler Sprachen legt Klaus Indermark mit einer Überarbeitung eines Vorlesungsmanuskripts von Wilfried Brauer vor (Algorithmen, rekursive Funktionen und formale Sprachen. Bibliographisches Institut, Mannheim/Zürich. 115 Seiten). Theodor H. Erismann (Zwischen Technik und Psychologie. Springer, Berlin/Heidelberg/New York, 178 S.) rechnet mit der Möglichkeit, es könne "eine vollständige kybernetisch-technische Durchleuchtung aller psychischen Vorgänge möglich werden", was die Psychologie zu einer Sekundärwissenschaft werden ließe. Indessen machen des Verfassers kritische Würdigungen der zahlreichen, vielfach noch wenig aufeinander abgestimmten, ingenieurkybernetischen und biokybernetischen Arbeitshypothesen die große Entfernung von einer solchen künftigen "Aufhebung" der Psychologie deutlich. - Die weitgehend futuristische Betrachtung von Arnold Buchholz (Die große Transformation. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart, 212 S.) sieht als eine der möglichen künftigen gesellschaftlichen Rollen der Kybernetik die Bereitstellung von Wählmaschinen in allen Haushalten voraus, welche eine verstärkte Beteiligung jedes einzelnen am gesellschaftlichen Entscheidungsprozeß ermöglichen können. - Eine sehr einfache Einführung in einige kybernetische Grundbegriffe legt der Sozialwissenschaftler Helmut Seiffert vor (Information über die Information, C.H. Beck, München, 196 S.), während des Psychologen Alexander Rohrs "Komplexes Denken" (Beltz, Weinheim/Berlin/Basel, 193 S.) kybernetisches Gebiet wohl nur versehentlich betritt, nämlich mit der Formel für die Unsicherheit H (XY) eines Produktfeldes, die er falsch wiedergibt und dem amerikanischen Psychologen Attneave zuschreibt. - Sehr nützliche Hilfsmittel des kybernetischen Pädagogen sind die bibliographische Dokumentation "Lernprogramme 68" (Ehrenwirth-Verlag, München, 36 S.) und die biographische Dokumentation "Kontaktregister der pädagogischen Technik" (2. Auflage, Schnelle, Quickborn, 44 S.) - Aus dem englischen Sprachbereich erwähnen wir die von Evans und Robertson herausgegebene Textsammlung "Cybernetics" (Butterworths, London, 289 S.).

DIE AUTOREN DES BANDES 9

Blischke, Helge	1 Berlin 46, Malteserstr. 74-100 Institut für Kybernetik
Bung, Klaus	Department of Linguistics, University of Cambridge, Sidgwick Avenue, Cambridge, England
Eckel, Karl	Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung, 6 Frankfurt/Main-West, Schloßstr. 29
Feichtinger, Dr. Gustav	Institut für Gesellschafts- und Wirtschaftswissenschaften der Universität 53 Bonn, Lennéstr. 37
Frank, Prof. Dr. Helmar	1 Berlin 33, Altensteinstr. 39
Frank-Böhringer, Brigitte	1 Berlin 33, Altensteinstr. 39
Franke, Dr. Herbert W.	8024 Kreuzpullach, Jagdhaus
Hilbig, Wolfgang	1 Berlin 46, Malteserstr. 74-100 Institut für Kybernetik
Klement, Dr. Hans-Werner	638 Bad Homburg, Theodor-Storm-Str. 27
Kümmel, Dr. Peter	Tokio, CPO-Box 1178
Leppig, Dr. Manfred	44 Münster, Platz der Weißen Rose
Philipps, Dr. Lothar	667 St. Ingbert, Am Rischbacher Rech 82
Rüßmann, Renate	1 Berlin 46, Malteserstr. 74-100 Institut für Kybernetik
Thiele, Dr. Dr. Joachim	2082 Uetersen, Herderstr. 1
von Cube, Prof. Dr. Felix	1 Berlin 41, Odenwaldstr. 26
Wagner, Angelika	53 Bonn-Duisdorf, Ossietzkystr. 5
Weltner, Prof. Dr. Klaus	45 Osnabrück, Delmenhorster Weg 2

INHALT VON BAND 9 (1968)

Heft 1 (März 1968)

Ein score-freies Analogon zum Regressionskoeffizienten, von Karl Eckel S. 1

Erstellung und Abarbeitung adaptiver algorithmischer Sprachprogramme, von Klaus Bung S. 5

Eine automatentheoretische Deutung des einelementigen Lernmodells der Stimulus Sampling Theorie, von Gustav Feichtinger S. 13

Eine mengentheoretische Beschreibung einer formalen Theorie des differenzierenden Gruppenunterrichts S. 20

Heft 2 (Juni 1968)

Verhaltenslogik, von Lothar Philipps S. 33

Zur mathematischen Lerntheorie, von Gustav Feichtinger S. 39

HAN-Zeichen ohne ideographische Funktion, von Peter Kümmel S. 48

Zur Rentabilitätsgrenze beim Lernen, von Helmar Frank und Brigitte Frank-Böhringer S. 59

Heft 3 (September 1968)

Textcharakteristiken lateinischer Berichte, Rhetoriken und Dramen, von Joachim Thiele S. 65

Zur Formalisierung von Lernbegriffen V, von Karl Eckel S. 74

Ein kybernetisches Modell der Kreativität, von Herbert W. Franke S. 85

Kybernetik als Technik des Lebendigen, von Felix von Cube S. 89

Hat das Bewußtsein eine Aufgabe? von Hans-Werner Klement S. 92

Heft 4 (Dezember 1968)

Die halbalgorithmische Formaldidaktik COGENDI, von Helge Blischke, Wolfgang Hilbig und Renate Rüßmann S. 97

Diagramm-Alzudi als Erweiterung des Anwendungsbereiches rechnererzeugter Lehrprogramme, von Klaus Weltner S. 111

Empirische Untersuchung zum Gedächtnismodell der Informationspsychologie, von Angelika Wagner S. 114

Die Durchsetzung der Programmierten Instruktion als Problem der pädagogistischen Zukunftsforschung, von Helmar Frank S. 125

Buchbesprechungen, von Helmar Frank S. 136

Beiheft: Zur Geschichte des Wortes 'Kybernetik' von E. Lang

Richtlinien für die Manuskriptabfassung.

Es wird zur Beschleunigung der Publikation gebeten, Beiträge an die Schriftleitung in doppelter Ausfertigung einzureichen. Etwaige Tuschzeichnungen oder Photos brauchen nur einfach eingereicht zu werden.
Artikel von mehr als 12 Druckseiten Umfang können in der Regel nicht angenommen werden. Unverlangte Manuskripte können nur zurückgesandt werden, wenn Rückporto beiliegt. Es wird gebeten bei nicht in deutscher Sprache verfaßten Manuskripten eine deutsche Zusammenfassung anzufügen und wenn möglich, zur Vermeidung von Druckfehlern, das Manuskript in Proportionalschrift mit Randausgleich als fertige Photodruckvorlage einzusenden.
Die verwendete Literatur ist, nach Autorennamen alphabetisch (verschiedene Werke desselben Autors chronologisch) geordnet, in einem Schrifttumsverzeichnis am Schluß des Beitrags zusammenzustellen. Die Vornamen der Autoren sind mindestens abgekürzt zu nennen. Bei selbständigen Veröffentlichungen sind Titel, Erscheinungsort und -jahr, womöglich auch Verlag, anzugeben. Zeitschriftenbeiträge werden vermerkt durch Name der Zeitschrift, Band, Seite (z. B. S. 317–324) und Jahr, in dieser Reihenfolge. (Titel der Arbeit kann angeführt werden). Im selben Jahr erschienene Arbeiten desselben Autors werden durch den Zusatz „a", „b" etc. ausgezeichnet. Im Text soll grundsätzlich durch Nennung des Autorennamens und des Erscheinungsjahrs des zitierten Werkes (evtl. mit dem Zusatz „a" etc.), in der Regel aber nicht durch Anführung des ganzen Buchtitels zitiert werden. Wo es sinnvoll ist, sollte bei selbständigen Veröffentlichungen und längeren Zeitschriftenartikeln auch Seitenzahl oder Paragraph genannt werden. Anmerkungen sind zu vermeiden.

Forme des manuscrits.

Pour accélérer la publication les auteurs sont priés, de bien vouloir envoyer les manuscrits en deux exemplaires. Des figures (à l'encre de chine) et des photos, un exemplaire suffit.
En général les manuscrits qui fourniraient plus de 12 pages imprimées ne peuvent être acceptés. Les manuscrits non demandés ne peuvent être rendus que si les frais de retour sont joints. Si les manuscrits ne sont pas écrits en allemand, les auteurs sont priés de bien vouloir ajouter un résumé en allemand et si possible, pour éviter des fautes d'impression, de fournir le manuscript comme original de l'impression phototechnique, c'est-à-dire tapé avec une machine aux caractères standard et avec marges étroites.
La littérature utilisée doit être citée à la fin de l'article par ordre alphabétique; plusieurs oeuvres du même auteur peuvent être enumérées par ordre chronologique. Le prénom de chaque auteur doit être ajouté, au moins en abrégé. Indiquez le titre, le lieu et l'année de publication, et, si possible, l'éditeur des livres, ou, en cas d'articles de revue, le nom de la révue, le tome, les pages (p.ex. p. 317–324) et l'année, suivant cet ordre; le titre des travaux parus dans de revues peut être mentionné. Les travaux d'un auteur parus la même année sont distingués par «a», «b» etc. Dans le texte on cite le nom de l'auteur, suivi de l'année de l'édition (éventuellement complété par «a» etc.), mais non pas, en général, le titre de l'ouvrage; si c'est utile on peut ajouter la page ou le paragraphe. Evitez les remarques en bas de pages.

Form of Manuscript.

To speed up publication please send two copies of your paper. From photographs and figures (in indian ink) only one copy is required.
Papers which would cover more than 12 printed pages can normally not be accepted. Manuscripts which have not been asked for by the editor, are only returned if postage is enclosed.
If manuscripts are not written in German, a German summary is requested. If possible these manuscripts should be written as original for phototechnical printing, i. e. typed with proportional types and with straight-line margin.
Papers cited should appear in the Bibliography at the end of the paper in alphabetical order by author, several papers of the same author in chronological order. Give at least the initials of the authors. For books give also the title, the place and year of publication, and, if possible, the publishers. For papers published in periodicals give at least the title of the periodical in the standard international abbreviation, the volume, the pages (e.g. p. 317–324) and the year of publication. (It is useful to add the title of the publication.) When more than one paper of the same author and the same year of publication is cited, the papers are distinguished by a small letter following the year, such as "a", "b" etc. References should be cited in the text by the author's name and the year of publication (if necessary followed by "a" etc.), but generally not with the full title of the paper. It might be useful to mark also the page or paragraphe referred to.